



# Universidad Austral de Chile

---

Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología Marina

**PROFESOR PATROCINANTE:**  
**RODRIGO HUCKE-GAETE**  
INSTITUTO ECOLOGÍA Y EVOLUCIÓN  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

**PROFESOR CO-PATROCINANTE:**  
**ANELIO AGUAYO-LOBO**  
INSTITUTO ANTÁRTICO CHILENO

**PROFESOR INFORMANTE:**  
**MARIANA FREITAS NERY**  
INSTITUTO ECOLOGÍA Y EVOLUCIÓN  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

**“IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL DE BALLENAS JOROBADAS *Megaptera*  
*novaeangliae* (Borowski, 1781) EN EL GOLFO CORCOVADO, PATAGONIA NORTE,  
CHILE: 2003-2009”**

Tesis de Grado presentada como  
parte de los requisitos para optar  
al Título de Biólogo Marino

**DANIELA PAZ HARO DÍAZ**

**VALDIVIA 2009**

A mis padres con todo mi amor.....

“Cuando una persona desea algo con todo el corazón,  
el universo entero conspira para que se realice su sueño”

(Paulo Coelho)

“Y nunca me fui, donde miro esta mi pueblo y es así,  
como olvidar si esa niña todavía vive en mi,  
nunca me fui, el cariño de esa gente sigue aquí,  
soy lo que soy siempre llevo lo que fui”

(Soledad Pastorutti)

## **Agradecimientos**

En primer lugar agradezco a mis padres .....por todo..... por la alegría de estar juntos, por el apoyo incondicional y por bombardearme de amor a miles de kilómetros de distancia, gracias por los esfuerzos para ver a mis primeras ballenas en Puerto Madryn.

A mi familia en Punta Arenas, por todo el apoyo y amor recibido. En especial a Camila (mi mani) no sabes la felicidad que siento de haber compartido todo este tiempo contigo, tan chiquitita y tanto que aprender de ti.

Agradezco a don Anelio Aguayo, por todas esas mañanas y días de estudio y dedicación, por su paciencia, por las conversaciones. Gracias por sus enseñanzas en varios aspectos, que alegría haberlo conocido y que honor tenerlo como mi profesor.

A Rodrigo Hucke-Gaete, gracias por haber confiado en mi, por haberme permitido empezar a realizar mis sueños, no sabes las alegrías que sin darte cuenta me has dado. Gracias por las temporadas en Melinka y que alegría que hayas estado conmigo en esta etapa. Gracias por ayudarme a cultivar el don de la paciencia en varios sentidos.

A Mariana Freitas por toda su ayuda a lo largo de esta tesis, por sus buenos consejos y su buena disposición, tu ayuda fue fundamental para mi trabajo. Un gusto compartir y conocerte.

Agradezco a Jorge Acevedo por toda su ayuda en esta etapa, por sus consejos y opiniones.

A Carlos Olavarria y a Juan Pablo Torres gracias por su ayuda, consejos y buena disposición, aprendí cosas muy importantes de cada uno de ustedes.

Gracias a Roger Sepúlveda, Aldo Farias, Yacqueline Montecinos, Susi Buchan y Jorge Ruiz, agradezco la ayuda en la realización de esta tesis.

A mis compañeros de temporadas en Melinka: Yacqueline Montecinos, Débora Torres, Susi Buchan, Jorge Ruiz, Luis Bedriñana, Francisco Viddi, Marcelo Flores, Tom Crowley, Magdalena Navarro y Francisca Marticorena, que alegría haber compartido con todos ustedes, que hermosa experiencia, a cada uno le deseo lo mejor.

Agradezco en forma muy especial a mi amiga Consuelo Santamaría y a su familia, por haberme recibido con tanto amor, que felicidad habernos re-encontrado amiga, gracias por todo lo que has hecho por mi, fuiste una persona fundamental en estos años de estudio. Toda la luz para tu camino, estoy segura que llegarás muy lejos.

A mi gran amigo Pablo Oyarzún, un gusto haberte conocido, aprendí mucho de ti, gracias por tu apoyo y ayuda a lo largo de la carrera, no se me olvidaran todos esos buenos momentos compartidos. Se que te va a ir bien, muchas bendiciones para ti.

A mis amigas de carrera Valeria Chávez, Claudia Álvarez, Marcela Riveros les deseo mucha suerte a cada una, gracias por los momentos compartidos.

Agradezco a algunas personas que me ayudaron de una u otra manera en estos años: al profesor Carlos Gallardo, por sus enseñanzas, a la tía Rosita por su paciencia y ayuda, a la familia Guzmán-Hernández, en especial a Pancho por todo el amor recibido.

También agradezco a mis hermanitas/os de Fueem, que alegría estar junto a ustedes, han sido un apoyo para mí. Gracias a los H.H.SS. por toda la luz y el apoyo.

Gracias Padre por todo lo que me has dado.

“Si nos encendemos, iluminaremos, si nos iluminamos, venceremos”

## ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE DE FIGURAS	7
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
1.1 Hipótesis de trabajo .....	21
1.2 Objetivo general .....	22
1.3 Objetivos específicos.....	22
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
2.1 Área de estudio .....	23
2.1.1 Golfo Corcovado .....	23
2.2 Obtención de datos .....	27
2.3 Esfuerzo de trabajo .....	28
2.4 Foto-identificación .....	28
2.5 Análisis de los datos .....	30
2.5.1 Conformación del catálogo fotográfico	30
2.5.2 Calidad de la imagen	32
2.5.3 Grupos y re-avistamientos de ballena jorobada	34
2.5.4 Base de datos del Centro Ballena Azul	34
2.5.5 Comparación de los catálogos de foto-identificación	40
2.6 Análisis estadístico .....	41
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>44</b>
3.1 Datos obtenidos .....	44
3.2 Catálogo de Foto-identificación .....	46
3.3 Grupos de ballena jorobada en el golfo Corcovado .....	50
3. 4 Residencia en el área del golfo Corcovado .....	54
3.5 Filopatría en el área del golfo Corcovado .....	55

3.6 Comparación de los catálogos de foto-identificación .....	56
4. DISCUSIÓN .....	60
4.1 Foto-identificación en el golfo Corcovado.....	60
4.2 Residencia y filopatría en el golfo Corcovado .....	61
4.3 Comparación de los catálogos de foto-identificación .....	65
5. CONCLUSIONES.....	69
6. REFERENCIAS.....	71
ANEXO 1: Descripción de la especie y caza comercial.....	85
ANEXO 2: Términos utilizados.....	90
ANEXO 3: Mapa geográfico de los avistamientos de ballena jorobada en el zona del golfo Corcovado. A: Mapa con el número de individuos avistados. B: Mapa con el tipo avistamiento.	91
ANEXO 4: Ejemplo de planilla Excel, con los datos de las fotografías de ballena jorobada que conforman la base de datos de zona del golfo Corcovado.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Zonas de alimentación y reproducción mundial de la ballena jorobada y sus diferentes Stocks (A-G) en el Hemisferio Sur (IWC 1998). Las elipses con la letra R indican las áreas de reproducción en bajas latitudes y las elipses con la letra A señalan las áreas de alimentación en latitudes altas. Las flechas señalan las rutas migratorias entre ambas zonas (Figura facilitada por Jorge Acevedo/CEQUA).....18
- Figura 2:** Mapas geográficos de las áreas de estudio donde los individuos de ballena jorobada fueron foto-identificados. A: Ubicación geográfica de ambas zonas de investigación. B: Área de estudio del golfo Corcovado. C: Área de estudio en el estrecho de Magallanes. El espacio sombreado corresponde a la zona de investigación (Modificado de Acevedo *et al.* 2008).....26
- Figura 3:** Esquema de aleta dorsal de ballena jorobada. 1: Borde anterior de la aleta. 2: Borde posterior de la aleta. 3: Punta distal. 4: Ángulo. (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).....31
- Figura 4:** Esquema de aleta caudal de ballena jorobada. 1: Aserraciones del borde. 2: Patrón de coloración. 3: Manchas y cicatrices (Modificado de Rosenbaum *et al.* 1995).....31
- Figura 5:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 1 (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).....33
- Figura 6:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 2 (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).....34

- Figura 7:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 3, fueron descartadas para este estudio (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).....34
- Figura 8:** Base de datos Flukefinder implementada en *MS Access*, en la cual fueron ingresadas las fotografías de las aletas caudales de los individuos foto-identificados de ballena jorobada junto a sus respectivos datos.....36
- Figura 9:** Base de datos utilizada en este estudio, cada fotografía de los individuos foto-identificados de ballena jorobada, fue ingresada con sus respectivos datos.....36
- Figura 10:** Base de datos utilizada en este trabajo, con la cual se analizaron los patrones de coloración y las marcas distintivas en las aletas caudales de cada individuo de ballena jorobada foto-identificado.....37
- Figura 11:** Patrones de coloración de aletas caudales de ballena jorobada utilizados por la base de datos de este estudio en base a lo propuesto por Mizroch *et al.* 2003.....37
- Figura 12:** Esquema de los lugares establecidos en la aleta caudal para clasificar las diferentes marcas usadas para la identificación de ballenas jorobadas, utilizados por la base de datos en este estudio según lo propuesto por Mizroch *et al.* 2003.....39
- Figura 13:** Marcas de identificación en la aleta caudal de ballena jorobada utilizados por la base de datos en este estudio. C: Círculos con centro blanco. c: Círculos con centro negro. F: Pigmentos moteados. H: Orificio. L: Líneas negras. l: Líneas blancas. M: Pedazo ausente de la aleta. N: Muesca. R: Cicatrices causadas por depredadores. S: Círculos negros. s: Círculos blancos. X: Señal distintiva. \*: Sector de la aleta bajo el agua. B: Epibiontes. (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).....39

<b>Figura 14:</b> Patrones de coloración de aletas caudales de ballenas jorobadas propuestos por Rosenbaum <i>et al.</i> (1995).....	41
<b>Figura 15:</b> Comportamiento de alimentación de ballenas jorobadas observadas en las aguas del golfo Corcovado. A y B: Ejemplares de ballena jorobada capturando alimento mediante una embestida diagonal. C: Ballena jorobada capturando alimento mediante una embestida lateral. D: Individuos alimentándose en aguas del golfo Corcovado. (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete y Francisco Viddi Carrasco).....	45
<b>Figura 16:</b> Ejemplo de aletas dorsales de individuos de ballena jorobada foto-identificados en el golfo Corcovado (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).....	47
<b>Figura 17:</b> Ejemplo de aletas caudales de individuos de ballena jorobada foto-identificados en el golfo Corcovado (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).....	47
<b>Figura 18:</b> Grupos de ballena jorobada y animales solitarios avistados mensualmente desde la embarcación durante el esfuerzo de seguimiento en el área del golfo Corcovado entre los años 2003-2009. E: Enero. F: Febrero. M: Marzo. A: Abril.....	53
<b>Figura 19:</b> Frecuencias en porcentajes de los patrones de coloración de la aleta caudal de ballena jorobada para las zonas de estudio del golfo Corcovado y el estrecho de Magallanes.....	57
<b>Figura 20:</b> Epibiontes del Orden Lepadomorpha y Orden Balanomorpha en una aleta caudal de ballena jorobada en el golfo Corcovado (Fotografía: Rodrigo Hucke-Gaete).....	59
<b>Figura 21:</b> Ilustración de la ballena jorobada, <i>Megaptera novaeangliae</i> (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Códigos de marcas de identificación para aletas caudales de ballena jorobada utilizados por la base de datos en este estudio (Mizroch <i>et al.</i> 2003).....	38
<b>Tabla 2:</b> Códigos de clasificación de la hendidura media de aletas caudales de ballena jorobada utilizados en este estudio (Mizroch <i>et al.</i> 2003).....	40
<b>Tabla 3:</b> Esfuerzo de seguimiento de individuos y grupos de ballena jorobada en el área del golfo Corcovado entre los años 2003-2009.....	45
<b>Tabla 4:</b> Individuos de ballena jorobada registrados en el área del golfo Corcovado, agrupados según sus marcas y cicatrices en la aleta caudal, según Mizroch <i>et al.</i> (2003).....	49
<b>Tabla 5:</b> Ballenas jorobadas agrupadas según la forma de la hendidura media de la aleta caudal, según Mizroch <i>et al.</i> (2003).....	49
<b>Tabla 6:</b> Grupos de ballenas jorobadas avistados desde la embarcación durante el esfuerzo de seguimiento en el golfo Corcovado entre los años 2003-2009. N.I. corresponde a individuos no identificados.....	51
<b>Tabla 7:</b> Individuos de ballena jorobada re-avistados en una misma temporada en el golfo Corcovado...	54
<b>Tabla 8:</b> Ballenas jorobadas re-capturadas entre los años 2006-2009 en la zona del golfo Corcovado.....	55
<b>Tabla 9:</b> Total de individuos de ballena jorobada foto-identificados en ambas áreas de estudio, en base a su aleta dorsal y a su aleta caudal.....	56

## RESUMEN

La ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* es una especie de cetáceo cosmopolita, de la cual se reconocen tres poblaciones principales a nivel mundial. Una de ellas, la del Océano Austral, en el Hemisferio Sur ha sido subdividida en siete stocks por la Comisión Ballenera Internacional. Históricamente las ballenas jorobadas que se desplazan por el margen oriental del continente sudamericano son conocidas como la población del Pacífico Sur Oriental (Stock G), las cuales por registros históricos y más recientemente por medio de estudios de foto-identificación y análisis genéticos, se conoce que se reproducen durante el invierno austral en aguas de Ecuador, Colombia y Panamá/Costa Rica, y que durante los meses de verano austral se alimentan en la costa occidental de la Península Antártica y en aguas del Estrecho de Magallanes. Sin embargo, investigaciones recientes han sugerido una tercera área de alimentación para las ballenas jorobadas del Pacífico Sur Oriental, ubicada específicamente en aguas del golfo Corcovado y boca norte del canal Moraleda.

El presente estudio analizó fotografías de ballenas jorobadas obtenidas durante temporadas de trabajo entre los años 2003-2009 en la zona del golfo Corcovado (UACH-CBA); el análisis se realizó por temporada y entre temporadas; las mejores fotografías de cada individuo identificado fueron ingresadas a una base de datos. Se foto-identificó un total de 44 individuos (29 ejemplares en base a la aleta caudal y 15 individuos basados en la aleta dorsal) en el área de estudio. Se observó una residencia promedio de 18 días en el área y una tasa de retorno de 28% para todos los años de estudio. El catálogo de foto-identificación conformado en este estudio (n=44) se comparó con un catálogo fotográfico (n=107) de los ejemplares de la misma especie registrados

en aguas del estrecho de Magallanes facilitado por investigadores del Instituto Antártico Chileno (INACH) y del Centro de Estudios del Cuaternario Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA). No se encontró intercambio de individuos entre ambas zonas y se observó que existe una diferencia significativa ( $p= 0,036$ ) en la coloración ventral de la aleta caudal de los individuos de ballena jorobada foto-identificados en ambas zonas comparadas, presentando los ejemplares de la zona del golfo Corcovado aletas caudales de coloración significativamente más negra (3.24) que los individuos del estrecho de Magallanes (2.53), lo que las vincula posiblemente con poblaciones más septentrionales en donde esta coloración tiende al negro.

Los resultados del tiempo de residencia, el retorno observado a la zona de estudio, la ausencia de intercambio de individuos entre ambas zonas comparadas y la diferencia significativa en los patrones de coloración ventral de las aletas caudales de los ejemplares, sugieren que el golfo Corcovado es un área de alimentación diferenciada para una fracción de la población de ballenas jorobadas del Pacífico Sur Oriental.

## ABSTRACT

The humpback whale *Megaptera novaeangliae* is a cosmopolitan cetacean species, of which three main populations are recognised worldwide. Of these three, the International Whaling Commission has divided the Southern Ocean population into seven stocks. Historically, the humpback whales that are found along the east coast of South America are known as the South East Pacific population (Stock G). According to historical records, and more recently due to photo-identification and genetic studies, it is thought that this population mates during winter in the waters off Ecuador, Colombia and Panamá/Costa Rica, and feeds during summer off the western coast of the Antarctic Peninsula and in the waters of the Magellan's Straights. However, recent research suggests a third feeding area for humpback whales in the South East Pacific, specifically in the Corcovado Gulf and the northern entrance of the Moraleda Channel.

The present study analyses photo-identification shots of humpback whales obtained during field seasons from 2003-2009 in the Corcovado Gulf area (conducted by UACH-CBA); the analysis was run per field season and between field seasons; the highest quality photographs for each identified individual were entered into a database. A total of 44 individuals were identified (29 individuals based on fluke shots and 15 individuals based on dorsal fin shots) within the study area. Average residency within the area was 18 days and with a recurrence rate of 28% over all years. The photo-identification catalogue from this study (n=44) was compared with a photographic catalogue of humpback whales in the Magellan's Straights (n=107) provided by the Chilean Antarctic Institute (INACH) and the Centre for Quaternary Studies of Fuego-Patagonia and Antarctica (CEQUA). No overlap of individuals was found between the two areas and a

significant difference was observed ( $p=0.036$ ) in the coloration of the ventral side of flukes between humpbacks photographed in both areas. The Corcovado Gulf animals displayed significantly darker flukes (3.24) than animals from the Magellan's Straights (2.53), which could possibly link them to northern populations that tend towards darker fluke colour.

The results obtained for residency, recurrence rate in the study area, the absence of population overlap between the two areas and the significant difference between fluke coloration, suggest that the Corcovado Gulf is a distinct feeding area for a fraction of the South East Pacific humpback whale population.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la ecología es establecer las causas que determinan la distribución y abundancia de los organismos. Factores claves como la capacidad de dispersión, reacciones conductuales, interacciones como la competencia y predación, factores físicos y químicos como luz, temperatura y nutrientes, entre otros, influyen directamente en la distribución de los organismos en el medio ambiente (Krebs 2000).

Debido a la dinámica física de los ecosistemas marinos los recursos en este ambiente tienden a estar distribuidos en parches (Croll *et al.* 2005). En latitudes altas, la productividad se encuentra fuertemente marcada debido al incremento de luz durante los meses de primavera y verano, mientras que en latitudes bajas el efecto de la estacionalidad es menor y la productividad dependerá de factores como las corrientes oceánicas, vientos, batimetría, morfología costera y nutrientes presentes, tendiendo a ser más constante a lo largo del año. Se conoce que la distribución y abundancia de los mamíferos marinos, están relacionados a características oceanográficas tales como surgencias, giros, plumas y mareas, entre otras, y a zonas de productividad primaria, debido a la alta demanda de alimento que requieren para sobrevivir (Jaquet y Whitehead 1996; Rendell *et al.* 2004; Croll *et al.* 2005),

Los mamíferos marinos son un componente importante en los ecosistemas ya que son depredadores de alto nivel trófico, razón por cual influyen en la dinámica y estructura de las comunidades marinas (Bowen 1997). Estes *et al.* (1998) describen la importancia que tienen las orcas (*Orcinus orca*) en la estructura de las comunidades al depredar a las nutrias de mar

(*Enhydra lutris*) las cuales a su vez influyen sobre los niveles tróficos más bajos de las comunidades costeras, estableciéndose así un nexo entre los ecosistemas costeros y oceánicos.

La mayoría de los grandes cetáceos (Cetacea: Balaenopteridae) son animales longevos que presentan un prolongado cuidado parental, poseen una alta biomasa y una baja fecundidad. Debido a su longevidad estas especies deben poseer estrategias que le permitan adaptarse a los cambios ambientales que ocurren anualmente como consecuencia de la productividad estacional (Hucke-Gaete 2004). Tradicionalmente se conoce que las grandes ballenas tienen un ciclo migratorio anual. Durante los meses de verano los individuos se encuentran alimentándose en aguas de altas latitudes donde hay zonas de alta productividad (Chittleborough 1965; Mackintosh 1965; Dawbin 1966). A mediados de otoño los animales comienzan su larga migración hacia zonas tropicales y sub-tropicales de aguas someras cercanas a la costa, donde se concentran en los meses de invierno para realizar actividades de reproducción: parición, apareamiento y lactancia de las crías durante sus primeros meses de vida (Matthews 1938; Chittleborough 1965; Mackintosh 1965).

Esta migración estacional consistiría en el movimiento anual más largo registrado para un mamífero; el recorrido migratorio de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), por ejemplo, alcanza los 8.300 km entre el área de alimentación y la zona de reproducción localizadas en aguas del Pacífico Sur Oriental (Stone *et al.* 1990; Rasmussen *et al.* 2007). Este evento no sería sincronizado ni masivo, sino que más bien se extendería por varios meses durante la primavera y el otoño (Hucke-Gaete 2004). Debido a que las estaciones son opuestas entre ambos hemisferios,

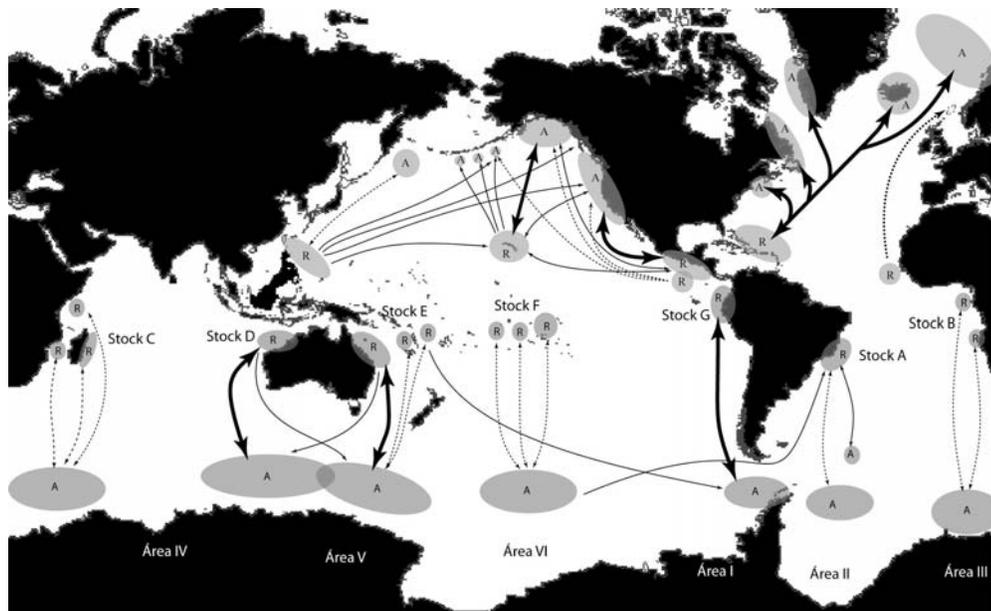
las poblaciones del Hemisferio Norte y del Hemisferio Sur no convergerían en el Ecuador en un mismo período (Mackintosh 1965).

La migración es a través de áreas de pocos recursos y aparentemente las ballenas no se alimentarían durante su recorrido. Sin embargo, ballenas jorobadas han sido vistas alimentándose durante su movimiento migratorio (Calambokidis *et al.* 2000). No existe todavía una explicación clara del por qué las ballenas migran (Corkeron y Connor 1999), en este sentido la ballena jorobada sería una especie que podría ayudar a dilucidar el porqué y el cómo ocurren las migraciones, debido al conocimiento que se tiene de las diferentes poblaciones.

La ballena jorobada tiene una distribución cosmopolita, comprendiendo todos los océanos del mundo desde los trópicos hasta el margen de los hielos polares (Tomilin 1967). A nivel mundial se considera que existen tres poblaciones principales de ballena jorobada: la del Pacífico norte, Atlántico norte y la del Océano Austral en el Hemisferio Sur (Mackintosh 1965), las cuales genéticamente presentan marcadas diferencias, demostradas en análisis filogenéticos realizados con ADN mitocondrial, los que sugieren que cada población se caracteriza por la dominancia de un clado (agrupación filogenética) diferente: AE en el Pacífico norte, IJ en el Atlántico norte y CD en el Hemisferio Sur (Olavarría *et al.* 2007). Por otra parte, estudios realizados con métodos pasivos como la foto-identificación señalan que el promedio de coloración en la superficie ventral de la aleta caudal en ballenas jorobadas de poblaciones diferentes difiere significativamente, presentando los ejemplares del Pacífico norte aletas caudales con coloración preferentemente negra, los individuos del Hemisferio Sur una coloración principalmente blanca y los ejemplares

del Atlántico norte una coloración intermedia a las áreas mencionadas (Rosenbaum *et al.* 1995; Aguayo-Lobo *et al.* 1998).

Históricamente las aguas Antárticas fueron divididas en 6 áreas, las cuales fueron utilizadas por la Comisión Ballenera Internacional (CBI) para propósitos de manejo (Área de manejo I-VI). Actualmente la CBI ha identificado en el Hemisferio Sur siete áreas de reproducción geográficamente definidas, las que fueron denominadas consecutivamente como Stocks A-G (IWC 1998; Rice 1998) (Figura 1). De esta forma, las ballenas jorobadas que se desplazan por el margen oriental del continente sudamericano son conocidas como la población del Pacífico Sur Oriental o Stock G.



**Figura 1:** Zonas de alimentación y reproducción mundial de la ballena jorobada y sus diferentes Stocks (A-G) en el Hemisferio Sur (IWC 1998). Las elipses con la letra R indican las áreas de reproducción en bajas latitudes y las elipses con la letra A señalan las áreas de alimentación en latitudes altas. Las flechas señalan las rutas migratorias entre ambas zonas (Figura facilitada por Jorge Acevedo/CEQUA).

Tradicionalmente se conoce que las ballenas jorobadas del Pacífico Sur Oriental migran desde la zona de alimentación en la costa occidental de la península Antártica (Área de Manejo I) hasta las aguas de Ecuador y Colombia (Mackintosh 1965). Esta conexión migratoria ha sido confirmada con análisis de foto-identificación (Stone *et al.* 1990; Garrigue *et al.* 2002; Stevick *et al.* 2004) y análisis genéticos (Olavarría 1999; Olavarría 2000b).

Una segunda área de alimentación para la ballena jorobada, diferenciada de aquella en la Antártica, ha sido informada en el estrecho de Magallanes, principalmente en las aguas cercanas a la isla Carlos III en donde se concentran individuos en los meses de verano y otoño austral, los cuales migran hacia las aguas de Ecuador y Colombia durante el invierno (Gibbons *et al.* 1998; Gibbons *et al.* 2003; Acevedo 2005; Acevedo *et al.* 2006; Acevedo *et al.* 2007).

En años recientes, se ha informado de una extensión invernal hacia el norte de la zona de reproducción conocida históricamente, alcanzando en la actualidad las aguas de Panamá y Costa Rica, las cuales han sido vinculadas a las áreas de alimentación del estrecho de Magallanes y de la península Antártica (Acevedo y Smultea 1995; Flórez-Gonzalez *et al.* 1998; Rasmussen *et al.* 2007; Acevedo *et al.* 2007; Acevedo *et al.* 2008).

Las ballenas jorobadas que se alimentan en la península Antártica no han sido re-avistadas en el estrecho de Magallanes y estas últimas presentarían un índice de intercambio mayor con las áreas de reproducción de Panamá/Costa Rica que con las áreas de Ecuador y Colombia (Acevedo *et al.* 2007). Por otra parte, análisis genéticos de ADN mitocondrial muestran una marcada diferencia en la diversidad genética en las áreas de alimentación de la península Antártica y del estrecho de

Magallanes (com. pers. Carlos Olavarría Barrera). Estas evidencias muestran dos áreas de alimentación discretas donde el grupo de ballenas que están presentes en el área de alimentación ubicada más al norte (Estrecho de Magallanes) se estaría reproduciendo en el área de crianza localizada también más al norte (Panamá/Costa Rica) (Acevedo *et al.* 2007).

Por otra parte, recientemente se ha sugerido una tercera área de alimentación estival para esta especie durante los meses de verano y otoño en el norte de la Patagonia Chilena, específicamente en las aguas del golfo Corcovado (43°- 44° S) y canal Moraleda (44°- 44°30'S) (Hucke-Gaete *et al.* 2006). Esta área está ubicada a 1.080 km de distancia del área de alimentación del estrecho de Magallanes. Según lo indicado por Hucke-Gaete *et al.* (2006) ejemplares de ballena jorobada han sido observados alimentándose entre las latitudes 42° y 44°S. Asimismo, Townsend (1935) señala la costa expuesta de la isla de Chiloé, las aguas de isla Guafo y boca del Guafo (entrada del golfo Corcovado) como área utilizada por la industria ballenera durante la caza de ballena jorobada a fines del siglo XVIII hasta principios del siglo XX.

Esta zona, característica por su alta productividad (Avaria *et al.* 2004; Hucke-Gaete 2004), corresponde a latitudes medias las cuales no coinciden con la tradicional migración de los grandes Cetáceos entre altas y bajas latitudes. Por otro lado hay evidencias en otros lugares del planeta, de que no todas las ballenas jorobadas realizan las conocidas migraciones, como el caso de ejemplares del mar Arábico, los cuales permanecen en esas aguas durante todo el año (Mikhalev 1997; Corkeron y Connor 1999). Estas aguas son igualmente productivas que las del golfo Corcovado debido al sistema de surgencia costera que existe en esa zona (Papastavrou y Van Waerebeek 1997).

Por estas razones es relevante conocer si la zona del golfo Corcovado corresponde a otra área de alimentación utilizada por una fracción de la población de ballena jorobada del Pacífico Sur Oriental, que no tiene relación con la que se encuentra alimentándose en las aguas del estrecho de Magallanes, o alternativamente, esta área representa una zona de paso para la ballena jorobada, en la cual aprovecha los recursos alimentarios existentes durante su migración hacia el estrecho de Magallanes o hacia aguas Antárticas.

### **1.1 Hipótesis de trabajo**

*H<sub>0</sub>*: La agregación de ballenas jorobadas registrada en las aguas del golfo Corcovado durante el verano y otoño presenta relación con la agregación de ballenas de la misma especie que se alimenta en aguas del estrecho de Magallanes, lo que sugiere que las aguas localizadas entre el golfo Corcovado y estrecho de Magallanes corresponderían a una sola gran área de alimentación para esta especie.

*H<sub>1</sub>*: La agregación de ballenas jorobadas registrada en el golfo Corcovado no presenta relación con la agregación de ballenas de la misma especie que se alimenta durante el mismo período en aguas del estrecho de Magallanes, lo cual sugiere que el área del golfo Corcovado correspondería a un área de alimentación diferenciada para una fracción de ejemplares de la población del Pacífico Sur Oriental.

## **1.2 Objetivo general**

Determinar si hay individuos en común de ballena jorobada entre los ejemplares foto-identificados en el área del golfo Corcovado (43-44°S) y los registrados en las aguas de isla Carlos III en el estrecho de Magallanes (53-54°S).

## **1.3 Objetivos específicos**

- Realizar una categorización y analizar las fotografías obtenidas en el área del golfo Corcovado para conformar un catálogo de foto-identificación de ballenas jorobadas registradas en esa zona de estudio.
  
- Caracterizar los patrones de coloración de la superficie ventral de las aletas caudales de las ballenas jorobadas fotografiadas en el área del golfo Corcovado.
  
- Establecer si existe filopatría y determinar los tiempos de residencia de los individuos foto-identificados en el golfo Corcovado.
  
- Determinar la existencia o ausencia de intercambio de individuos foto-identificados entre las áreas de alimentación del golfo Corcovado y del estrecho de Magallanes.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Área de estudio

#### 2.1.1 Golfo Corcovado

El área de estudio comprende la zona ubicada al sur de la isla grande de Chiloé, específicamente la región sur del golfo Corcovado (43°- 44° S) y la boca norte del canal Moraleda (44° - 44°30'S), en el límite norte de la región de Aysén (Figura 2A y B). Este lugar recibe la influencia directa del océano Pacífico y del sector norte de la corriente de deriva del Oeste la que choca contra el continente Americano dividiéndose en dos ramas, la corriente de Humboldt hacia el norte y la corriente del Cabo del Hornos hacia el sur (Silva *et al.* 1998).

En esta zona existe una mezcla de agua Subantártica (ASAA) y agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), las que son transportadas por la corriente Circumpolar Antártica hacia los canales y golfos permitiendo que se introduzcan en sus cuencas. Los vientos norte fuerzan al ASAA en dirección a la costa, facilitando su penetración al interior de los canales y golfos (Silva *et al.* 1995; Silva *et al.* 1998).

Además la zona se caracteriza por la alta pluviosidad, por lo que existe un gran aporte de agua dulce en forma de lluvia, escurrimiento costero, aportes fluviales y glaciares, lo que junto al aporte de la masa de ASAA proveniente del oeste da como resultado la formación del gran sistema estuarino de la zona austral de Chile (Silva *et al.* 1995; Silva *et al.* 1998).

Los vientos en general facilitan la mezcla vertical, y además, por el efecto de Coriolis provocan procesos de surgencia. Esto se ve favorecido con los vientos del suroeste, los que desplazan el ASAA fuera de la costa, permitiendo que el AESS ascienda hasta la plataforma continental (Silva *et al.* 1998).

La morfología costera y la batimetría del golfo Corcovado se caracterizan por presentar una serie de cadenas de islas y estrechamientos costeros submarinos, generando profundidades mayores a los 150 m en la mayor parte de su extensión. Por otra parte el canal Moraleda presenta profundidades superiores a los 300 m en su zona media, para luego ascender hasta los 50 m a la altura de la isla Meninea (Silva *et al.* 1995; Silva *et al.* 1998).

Altos niveles de productividad primaria (fitoplancton) han sido registrados durante los meses de verano y otoño, en varios sectores de la costa de la isla de Chiloé y del golfo Corcovado (Hucke-Gaete 2004). La composición y abundancia fitoplanctónica supone una gran productividad, lo que se refleja en la alta frecuencia de diatomeas de pequeño tamaño y altas tasas de división, características de zonas altamente productivas. Estos florecimientos fitoplanctónicos estacionales favorecen la formación de grandes concentraciones de zooplancton (productividad secundaria), que forma parte esencial de la alimentación de varias de las especies presentes en la zona (Avaria *et al.* 2004).

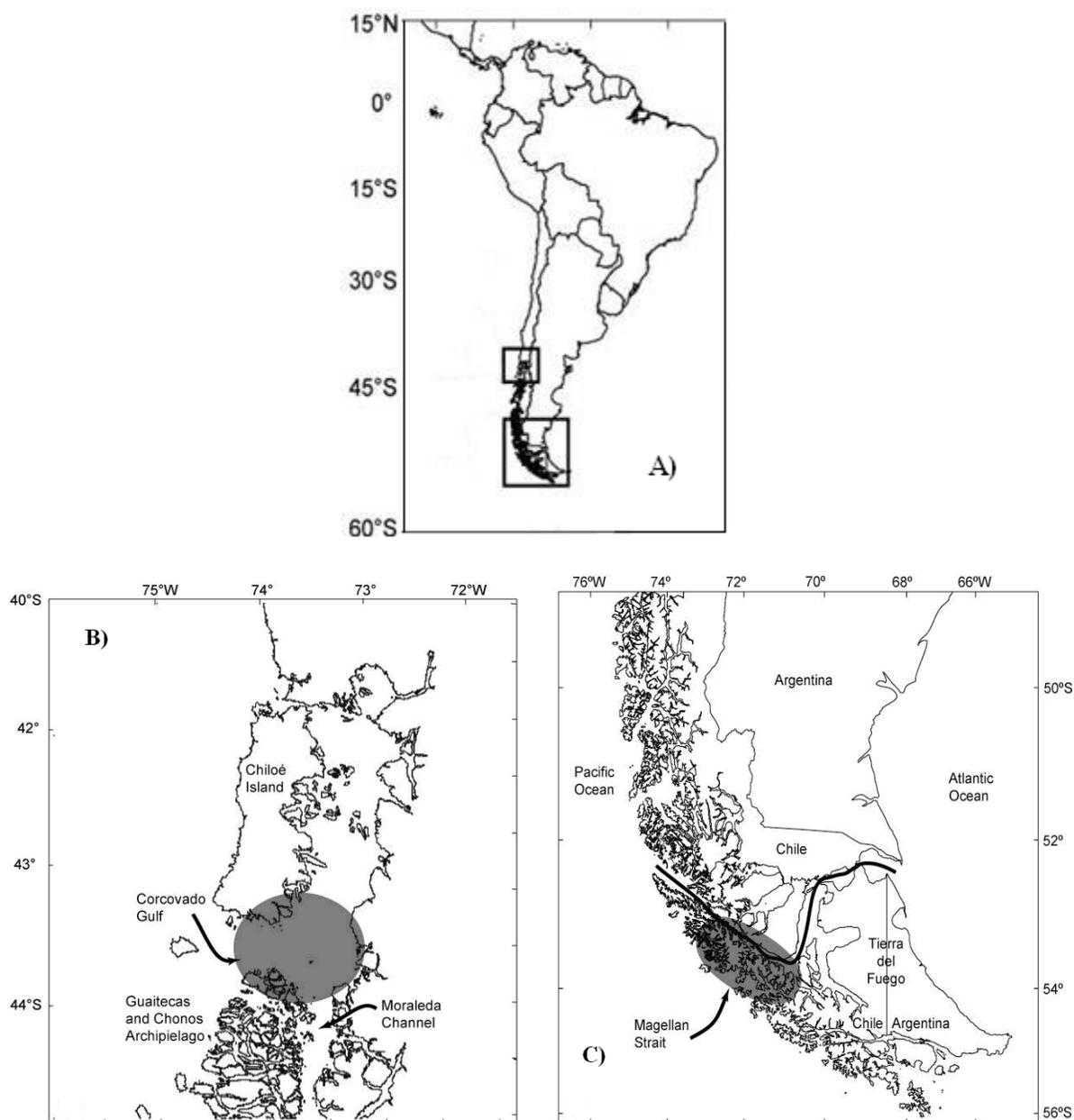
### 2.1.2 Estrecho de Magallanes

En relación al área de estudio del estrecho de Magallanes, con la cual se compararon los animales foto-identificados en el golfo Corcovado, ésta ha sido descrita por Acevedo (2005) y por Acevedo *et al.* (2006).

Esta zona comprende el sector occidental y central ( $53^{\circ}26'S$  -  $54^{\circ}20'S$ ) y los canales adyacentes al estrecho de Magallanes (Figura 2C). El área incluye desde aquellas aguas denominadas paso Tortuoso hasta bahía Mansa; y los canales adyacentes que comunican el océano Pacífico con el estrecho de Magallanes, correspondientes a los canales Magdalena, Cockburn, Pedro, Bárbara, González y seno Dyneley. En estas aguas destacan principalmente las islas Carlos III, Rupert, James, Monmouth y Charles, todas localizadas muy próximas entre sí en el estrecho de Magallanes.

El extremo del continente Americano se encuentra bajo la influencia de aguas Subantárticas (ASAA) transportadas por la corriente del Cabo de Hornos, donde una sección de esta corriente marina penetra al interior de los canales por debajo de la capa superficial, mezclándose con las aguas provenientes de la zona interior del continente, provocando la formación de un cuerpo de aguas estuarinas en los 150 m superiores (Silva *et al.* 1995; Valdenegro y Silva 2003).

La producción primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton) en esta zona según Antezana *et al.* (2002), sería específica según el área del estrecho (microcuenca occidental, central y Magdalena-Cockburn), presentando características propias de concentración de clorofila, composición y tamaño del zooplancton.



**Figura 2:** Mapas geográficos de las áreas de estudio donde los individuos de ballena jorobada fueron foto-identificados. A: Ubicación geográfica de ambas zonas de investigación. B: Área de estudio del golfo Corcovado. C: Área de estudio en el estrecho de Magallanes. El espacio sombreado corresponde a la zona de investigación (Modificado de Acevedo *et al.* 2008).

## 2.2 Obtención de datos

Las fotografías de aletas dorsales y caudales de ballena jorobada en el golfo Corcovado fueron obtenidas en varias temporadas de trabajo durante el desarrollo del proyecto “Ecología y conservación de la ballena azul en Chile” (Universidad Austral de Chile - ONG Centro Ballena Azul), entre los años 2003 y 2009.

Las fotografías fueron tomadas con cámaras digitales Nikon D70, Nikon D100 y Nikon D300 equipadas con lentes zoom de 70-300 mm y de 80-200 mm, desde la embarcación semi-rígida “Musculus” de 7.6 m de eslora. Las salidas se efectuaron en los meses de verano y otoño temprano entre enero y abril, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitieran.

Las ballenas jorobadas fueron localizadas con al menos dos observadores, quienes registraban los soplos o expiraciones visibles de los animales, los cuales son mas bajos y anchos, comparados con los soplos mas altos de la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), presente también en la zona de estudio. Estos avistamientos fueron realizados desde tierra en un lugar preestablecido en la ladera norte de la isla Ascensión (43°53'S-73°44'W), localidad de puerto Melinka, a una altura de 76 m sobre el nivel del mar, con un rango visual aproximado de 180°. Estas observaciones se realizaron con binoculares Nikon 7x50, Celestron 11x50 y un Opticron Scope ES 80.

En cada salida, sobre la embarcación se registraron los siguientes datos:

- Meteorológicos: dirección y velocidad del viento, estado del mar, visibilidad.
- Datos de Esfuerzo: Hora y posición de inicio y término de esfuerzo diario.

- De avistamiento: Fecha, hora de inicio y término de la observación, posición de inicio y término del avistamiento, especie, número de animales, comportamiento, número de biopsia.

El catálogo fotográfico de aletas dorsales y caudales de ballena jorobada correspondiente al área del estrecho de Magallanes fue facilitado por investigadores del Instituto Antártico Chileno (INACH) y del Centro de Estudios del Cuaternario Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA) a través de un convenio de colaboración entre ambos laboratorios con el laboratorio de Ecología de mamíferos marinos de la Universidad Austral de Chile (UACH).

### **2.3 Esfuerzo de trabajo**

El esfuerzo de trabajo fue calculado en tiempo de seguimiento de las ballenas jorobadas para su foto-identificación. Durante los primeros años de estudio 2003, 2004 y 2005, este esfuerzo fue marginal debido a que el esfuerzo de trabajo estaba dirigido exclusivamente a la ballena azul. A contar del año 2006 el esfuerzo aumentó para la ballena jorobada al observarse que esta especie permanecía en las aguas del golfo Corcovado durante el verano, pero aún así no fue específico para la especie en estudio.

### **2.4 Foto-identificación**

Se utilizó la foto-identificación como herramienta principal en esta investigación. La técnica de foto-identificación, foto-individualización o foto-marcado consiste en el reconocimiento individual de un determinado ejemplar a través de fotografías. Según Katona y Whitehead (1981)

este método permite reconocer individuos diferentes a partir de sus marcas naturales, constituidas por la coloración, presencia de cicatrices, muescas, mutilaciones y callosidades en alguna parte del cuerpo. Todas estas características en conjunto forman un patrón único en cada individuo, similar a una huella digital.

En la actualidad la foto-identificación en ballena jorobada se basa principalmente en la variación de los patrones de coloración en la superficie ventral de la aleta caudal, los que pueden ser complementados con la forma y aserraciones del borde de la misma aleta (Katona *et al.* 1979; Katona y Whitehead 1981; Katona y Beard 1990; Mizroch *et al.* 1990). La aleta dorsal también puede ser utilizada para la identificación, según la forma y presencia de cicatrices a lo largo de su dorso (Katona *et al.* 1979; Katona y Whitehead 1981; Chu y Nieukirk 1988; Blackmer *et al.* 2000), esta aleta presenta menor variación, por lo tanto, es una herramienta para complementar la foto-identificación de los ejemplares de ballena jorobada, cuando aquellos individuos no muestran su aleta caudal al sumergirse o no es posible fotografiarla. Cabe destacar que en las áreas de reproducción las ballenas jorobadas no mostrarían con tanta frecuencia sus alertas caudales, por lo tanto, su foto-identificación, en algunos casos, es en base a sus aletas dorsales (Chu y Nieukirk 1988; com. pers. Mariana Freitas Nery).

Puede haber diferencias entre una u otra fotografía, pues hay marcas que se modifican por diferentes razones. La coloración de la aleta caudal de las crías de ballena jorobada puede presentar variación a lo largo del tiempo (Blackmer 2000; Carlson y Mayo 1990), por lo que en esos individuos la coloración no sería una característica confiable para la identificación. Las marcas originadas a partir de heridas y cicatrices en las aletas de los animales también pueden

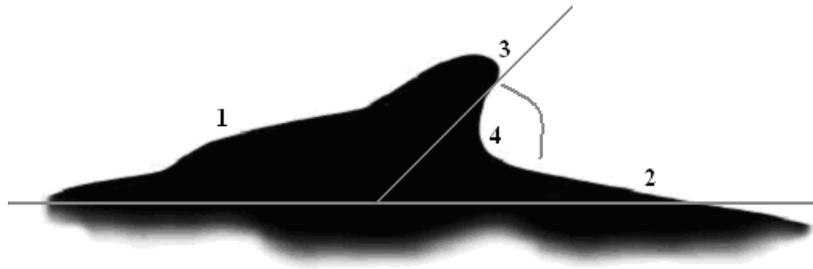
modificarse con el tiempo ya que estas pueden sanar, razón por la cual no serían una marca permanente y confiable, al igual que los epibiontes los cuales pueden desprenderse del cuerpo de la ballena. Las marcas circulares y lineales presentes en las aletas dorsales y caudales, así como las aserraciones del borde y el patrón de coloración de la aleta caudal en ejemplares adultos, serían características confiables para la foto-identificación de los individuos ya que son permanentes en el tiempo.

## **2.5 Análisis de los datos**

### **2.5.1 Conformación del catálogo fotográfico**

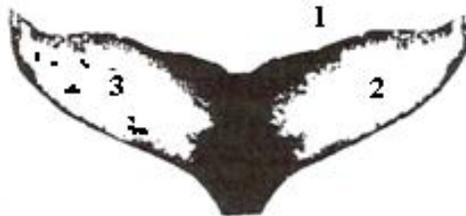
Para la elaboración de la base de datos fotográfica de la zona del golfo Corcovado, se utilizó la técnica de foto-identificación. Para esto se creó un catálogo fotográfico de aletas caudales y dorsales de ballena jorobada, incorporando solo la fotografía más completa y representativa de cada individuo foto-identificado.

Para la identificación de los animales en base a la aleta dorsal, se consideró principalmente la forma de la aleta, que puede ser triangular, falcada o cuadrangular, la cual está determinada por el ángulo de la base con respecto de la punta distal de la aleta dorsal. Además se tomó en cuenta cicatrices y manchas que pueden presentar los animales tanto en el borde anterior como en el posterior de la aleta (Figura 3).



**Figura 3:** Esquema de aleta dorsal de ballena jorobada. 1: Borde anterior de la aleta. 2: Borde posterior de la aleta. 3: Punta distal. 4: Ángulo. (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).

La identificación de los ejemplares utilizando la aleta caudal se basó principalmente en los patrones de coloración de la superficie ventral de la aleta, en la forma y aserraciones del borde, y en manchas y cicatrices que pudieran presentar los individuos en su aleta caudal (Figura 4).



**Figura 4:** Esquema de aleta caudal de ballena jorobada. 1: Aserraciones del borde. 2: Patrón de coloración. 3: Manchas y cicatrices (Modificado de Rosenbaum *et al.* 1995).

Para asignar una aleta dorsal y una caudal a un mismo individuo, se tomó en cuenta el día, el número de individuos avistados ese día y la hora de cada fotografía. Solo las fotografías seguidas por una secuencia de segundos entre la aleta dorsal y la caudal fueron asignadas como de un mismo animal.

Las fotografías fueron analizadas visualmente por dos observadores entrenados en foto-identificación, editadas con el programa Adobe Photoshop 7.0, con el cual se llevó a cada aleta a la posición horizontal para hacer más fácil la foto-identificación del individuo y se eliminó de cada fotografía las partes que no pertenecían al animal a identificar. Las fotografías fueron almacenadas en formato gráfico JPEG.

Los datos de todas las fotografías que conformaron la base de datos, se ingresaron a una planilla Excel, la cual incluye nombre de la fotografía, código de identificación, individuo identificado, fecha y hora en que se registró la fotografía, latitud y longitud del lugar, registro de su aleta dorsal, calidad de la fotografía, patrón de coloración de la aleta caudal, registro de biopsia, cámara con la cual se fotografió al ejemplar y sexo del animal (Anexo 4).

A cada individuo identificado por su aleta caudal se le asignó un código único CBA 000, que corresponde a las iniciales de la ONG Centro Ballena Azul fundación que junto a la Universidad Austral de Chile realizó este estudio, y al número correlativo de los animales foto-identificados. A los ejemplares identificados en base a su aleta dorsal se les asignó el mismo código especificando el lado de la aleta fotografiado: CBA 000-DD para los individuos identificados con el lado derecho de su aleta dorsal y CBA 000-DI para los ejemplares identificados con el lado izquierdo de esa aleta.

### **2.5.2 Calidad de la imagen**

Para analizar la calidad de imagen de cada fotografía que conforma la base de datos de la zona del golfo Corcovado, se tomó en cuenta la metodología propuesta por Mizroch y Harkness

(2003). Esta metodología considera dos aspectos de cada fotografía, la calidad de la fotografía (enfoco, ángulo, claridad, nitidez, distancia, cantidad de aleta visible en la fotografía), y la calidad de reconocimiento de la aleta (patrón de coloración, marcas y cicatrices). En este estudio se consideraron los principales criterios que dan como resultado una fotografía de buena calidad. La calidad de la fotografía (CF) fue calificada con puntajes que van de 1 a 3. Solo se utilizaron las fotografías con calidad fotográfica 1 y 2 (Figura 5 y 6), las fotografías con calidad 3 fueron descartadas para el estudio (Figura 7).

**CF1:** Fotografía de muy buena calidad, enfocada, buen contraste y nitidez, aleta en buen ángulo y buena cantidad de aleta visible.

**CF2:** Fotografía de calidad media, cuenta con 3 de los 4 criterios, pero se puede identificar claramente el individuo.

**CF3:** Fotografía de mala calidad, la cual no es útil para la identificación, estas fotografías fueron conservadas pero no incluidas en la base de datos.



**Figura 5:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 1 (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).



**Figura 6:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 2 (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).



**Figura 7:** Fotografías de ballena jorobada con calidad fotográfica 3, fueron descartadas para este estudio (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).

### 2.5.3 Grupos y re-avistamientos de ballena jorobada

Se identificaron los individuos de cada grupo por día y se compararon con los demás individuos fotografiados durante cada temporada del estudio. Se llevó un registro de los re-avistamientos de ballenas jorobadas en el golfo Corcovado ya sea en una misma temporada o en temporadas diferentes.

### 2.5.4 Base de datos del Centro Ballena Azul

Las fotografías de aletas caudales mas completas y representativas de cada individuo fotointificado en ambas zonas de estudio fueron ingresados a la base de datos llamada *Fluke Finder*

(versión modificada para Centro Ballena Azul), a través del programa computacional *Microsoft Access*.

La base de datos permite tener almacenados todos los datos de cada fotografía que componen el catálogo de identificación ligados a la fotografía correspondiente, mostrando de manera simple cada uno de los datos: nombre de la fotografía, nombre del lugar en que fue tomada, latitud y longitud del lugar, fecha y hora en que se tomó la fotografía, persona que fotografió al ejemplar, código del individuo identificado, calidad fotográfica, patrón de coloración, número de individuos del grupo, sexo y edad del animal, entre otros (Figura 8 y 9).

Esta base de datos clasificó las ballenas jorobadas según un patrón general de la aleta caudal del animal, analizó sus datos anexos, así como la distribución y proporción de los colores básicos (blanco y negro) (Figura 10). La base de datos tomó en cuenta los patrones de coloración blancos y negros de las aletas caudales, en base a 31 posibles categorías de coloración (Figura 11), clasificando las aletas en una o más de estas categorías (Mizroch *et al.* 2003).

**Data Entry CBA Humpback Whale Matching Form**

FILENAME: DSC\_0154 PHOTOGRAPHER: MAX AREA: Chile SUBAREA: G. Corcovado LONG: LAT:

YEAR OF FIRST SIGHT: 2004 ID #: CBA 003 PHOTOAFF: CBA PHOTO DATE: 16/02/2007 EDITION DATE: 17/02/2009 EDITION TIME: 18:34:00 EDITOR: DHD PHOTO QUALITY: 1

PATTERN: 22 AGE CLASS: SEX: GROUP SIZE: 3 COMMENTS: Se observó junto a CBA 015 y 022 el 16/2/07. PHOTO YEAR: 2007

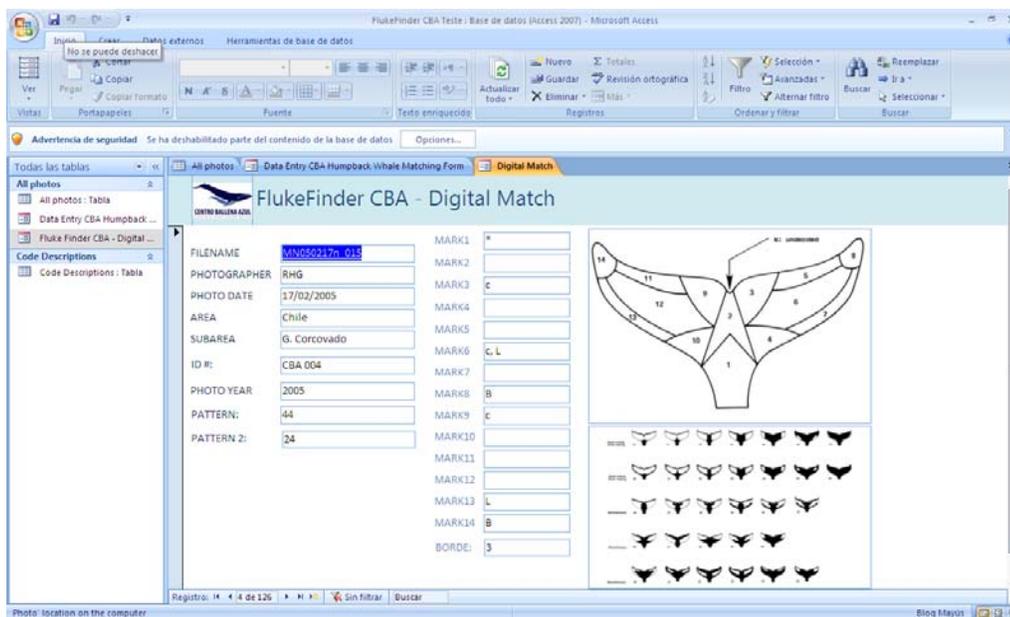
PATTERN 2:

Diagrama de aleta caudal con puntos numerados 1-6.

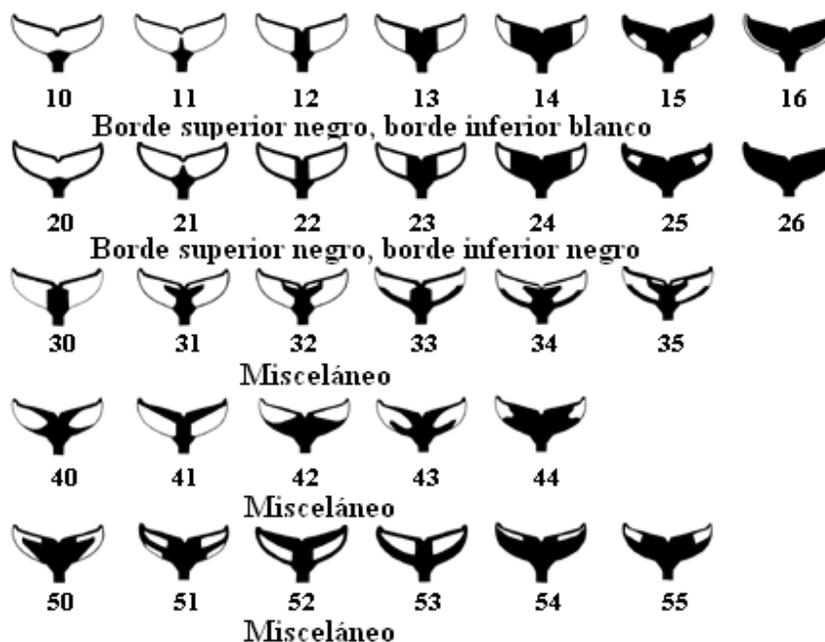
**Figura 8:** Base de datos Flukefinder implementada en *MS Access*, en la cual fueron ingresadas las fotografías de las aletas caudales de los individuos foto-identificados de ballena jorobada junto a sus respectivos datos.

FILENAME	YEAR OF	ID #	PHOTOGRF	PHOTOAFF	PHOTO DAT	AREA	SUBAREA	LONG	LAT	PHOTO Q	PATTE	PATTERN	MARK
DSC_0154	2004	CBA 003	MAX	CBA	16/02/2007	Chile	G. Corcovado			1	22		
MN050217n_015	2005	CBA 004	RHG	CBA	17/02/2005	Chile	G. Corcovado			1	44	24	*
MN050217n_026	2005	CBA 005	RHG	CBA	17/02/2005	Chile	G. Corcovado			2	25	55	*
MN060206n_8	2006	CBA 006	RHG	CBA	06/02/2006	Chile	G. Corcovado			1	22	21	*
MN060202c_12	2006	CBA 007	CBA	CBA	02/02/2006	Chile	G. Corcovado			1	40		*
MN060202n_12	2006	CBA 008	RHG	CBA	02/02/2006	Chile	G. Corcovado			1	25	40	*
MN060303n_8	2006	CBA 009	RHG	CBA	03/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	26		*
MN060303n_32	2006	CBA 010	RHG	CBA	03/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	41	52	*
MN060202c_186	2006	CBA 011	CBA	CBA	02/02/2006	Chile	G. Corcovado			2	26		*
MN060202c_129	2006	CBA 012	CBA	CBA	02/02/2006	Chile	G. Corcovado			1	11	21	*
DSC_7212	2006	CBA 013	RHG	CBA	01/03/2008	Chile	G. Corcovado			1	26		*
MN060310n_65	2006	CBA 014	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			1	20	21	*
MN060303n_6	2006	CBA 015	RHG	CBA	03/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	41	52	*
DSC_5584	2006	CBA 016	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			1	26		J
MN060310n_219	2006	CBA 017	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			1	20	21	F
DSC_5590	2006	CBA 018	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	13	23	*
DSC_5595	2006	CBA 019	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	20	21	*
MN060310n_188	2006	CBA 020	RHG	CBA	10/03/2006	Chile	G. Corcovado			2	13	23	*
DSC_0012	2007	CBA 021	RHG	CBA	20/02/2007	Chile	G. Corcovado			2	11		*
DSC_0269	2007	CBA 022	MAX	CBA	16/02/2007	Chile	G. Corcovado			2	26		*
DSC_4366	2007	CBA 023	RHG	CBA	07/03/2007	Chile	G. Corcovado			1	26		*
MIG_6490-01	2008	CBA 024	MARCELO	CBA	27/03/2008	Chile	G. Corcovado			1	13	41	J
IMG_3473	2008	CBA 025	JRT	CBA	01/04/2008	Chile	G. Corcovado			2	25	53	*
DSC_0369	2009	CBA 026	RHG	CBA	02/02/2009	Chile	G. Corcovado			1	25	26	*
DSC_0376	2009	CBA 027	RHG	CBA	02/02/2009	Chile	G. Corcovado			2	15	52	*

**Figura 9:** Base de datos utilizada en este estudio, cada fotografía de los individuos foto-identificados de ballena jorobada, fue ingresada con sus respectivos datos.



**Figura 10:** Base de datos utilizada en este trabajo, con la cual se analizaron los patrones de coloración y las marcas distintivas en las aletas caudales de cada individuo de ballena jorobada foto-identificado.

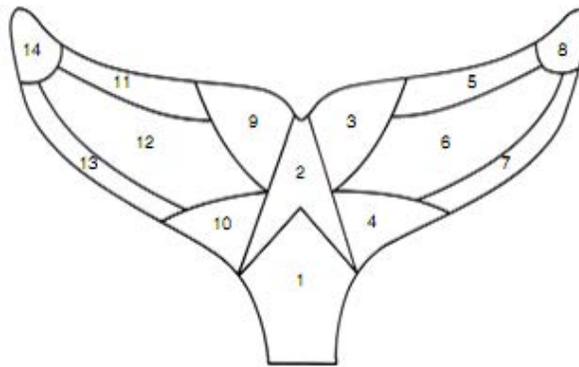


**Figura 11:** Patrones de coloración de aletas caudales de ballena jorobada utilizados por la base de datos de este estudio en base a lo propuesto por Mizroch *et al.* 2003.

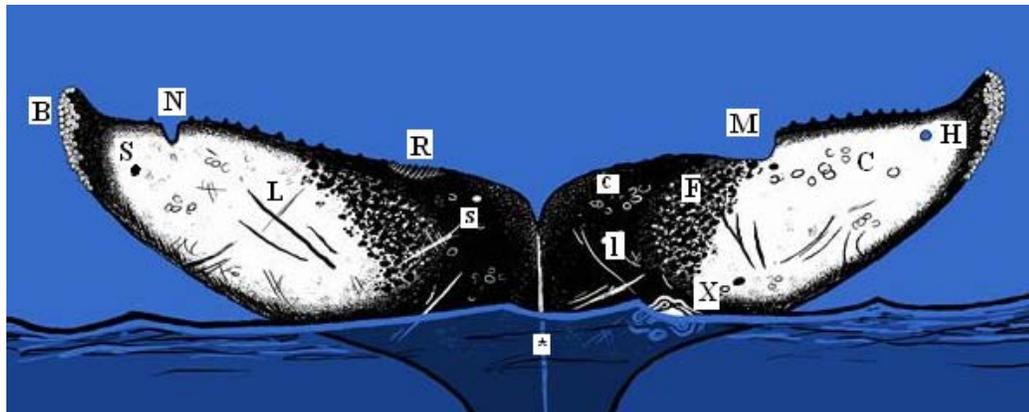
Otro patrón de clasificación utilizado por la base de datos es la presencia de marcas y cicatrices en algún lugar determinado de la aleta caudal (Figura 12 y 13). En esta clasificación se tomó en cuenta aspectos de marcas visibles en la aleta caudal (Tabla 1) propuestos por Mizroch *et al.* (2003), y además se le agregó la opción de epibiontes, los cuales son frecuentes en los individuos fotografiados en ambas áreas de estudio y son útiles en la identificación de los animales dentro de una misma temporada, ya que estos pueden desprenderse de la piel del animal, dejando generalmente la marca circular en la aleta, por lo que no son una marca permanente que se pueda utilizar en foto-identificación.

**Tabla 1:** Códigos de marcas de identificación para aletas caudales de ballena jorobada utilizados por la base de datos en este estudio (Mizroch *et al.* 2003).

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
C	Marcas circulares abiertas, negras con centro blanco.
c	Marcas circulares abiertas, blancas con centro negro.
F	Pigmentos moteados, no parecen haber sido provocados por heridas o mordeduras.
H	Orificio.
L	Líneas rectas o curvas de color negro.
l	Líneas rectas o curvas de color blanco.
M	Pedazo de la aleta caudal ausente.
N	Muesca.
R	Cicatrices causadas por depredadores.
S	Marcas circulares cerradas de color negro.
s	Marcas circulares cerradas de color blanco.
X	Cualquier señal distintiva.
*	Sector de la aleta bajo el agua o con un mal ángulo.
B	Epibiontes.



**Figura 12:** Esquema de los lugares establecidos en la aleta caudal para clasificar las diferentes marcas usadas para la identificación de ballenas jorobadas, utilizados por la base de datos en este estudio según lo propuesto por Mizroch *et al.* 2003.



**Figura 13:** Marcas de identificación en la aleta caudal de ballena jorobada utilizados por la base de datos en este estudio. C: Círculos con centro blanco. c: Círculos con centro negro. F: Pigmentos moteados. H: Orificio. L: Líneas negras. I: Líneas blancas. M: Pedazo ausente de la aleta. N: Muesca. R: Cicatrices causadas por depredadores. S: Círculos negros. s: Círculos blancos. X: Señal distintiva. \*: Sector de la aleta bajo el agua. B: Epibiontes. (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).

Un tercer nivel de caracterización de las aletas caudales fue basado en el tipo y forma que presenta la hendidura media de la aleta caudal. La base de datos utilizó seis posibles tipos de hendidura media entre los lóbulos de las aletas caudales de ballenas jorobadas (Tabla 2).

**Tabla 2:** Códigos de clasificación de la hendidura media de aletas caudales de ballena jorobada utilizados en este estudio (Mizroch *et al.* 2003).

Número	Nombre de hendidura media de las aletas caudales	Forma de hendidura media
1	Redondeada	
2	Cuadrangular	
3	Forma en "v" cerrada	
4	Forma en "v" abierta	
5	Ausente	
6	No determinada	

### 2.5.5 Comparación de los catálogos de foto-identificación

Se comparó el catálogo de foto-identificación de ballenas jorobadas obtenido en la zona de estudio del golfo Corcovado con aquel del estrecho de Magallanes, para este propósito se tuvo en cuenta principalmente las aletas caudales de los animales, el patrón de coloración, así como la forma y aserraciones del borde de la aleta. Secundariamente y para complementar la comparación entre ambas zonas se intentó comparar las aletas dorsales de cada individuo foto-identificado, basándose para esto en la forma, muescas y cicatrices que presentan esas aletas.

La comparación de las fotografías fue realizada por tres observadores de manera independiente. Se utilizó *Fluke Finder* CBA para la comparación entre los individuos. Para cada fotografía, se realizó una preselección automática de las categorías de coloración establecidas y así cualquier

individuo fotografiado en las dos áreas de estudio era fácilmente identificado (Mizroch *et al.* 2003). La base de datos permite buscar la característica que se requiera en las fotografías ingresadas, ya sea el patrón de coloración o una marca distintiva en la aleta del animal, por lo que es fácil encontrar a los individuos que posean patrones de coloración similares facilitando la comparación y la búsqueda de re-avistamientos (match) en ambas zonas de estudio.

## 2.6 Análisis estadístico

Para generar los datos posteriormente utilizados, las fotografías de aletas caudales de ambos catálogos de foto-identificación fueron clasificadas de acuerdo a su patrón de coloración según lo descrito por Rosenbaum *et al.* (1995). A cada fotografía individual (n=126) se le asignó valores de 1 a 5, en una escala basada en la proporción de color blanco y negro presente en la aleta caudal del animal, donde 1 corresponde a una coloración con un porcentaje de blanco mayor al 75%, 2 corresponde a una coloración con 75% blanco y 25% negro, 3 es una caudal con 50% blanco y 50% negro, 4 corresponde a 25% blanco y 75% negro, y 5 es una aleta caudal con un porcentaje de negro mayor al 75% (Figura 14 ).



**Figura 14:** Patrones de coloración de aletas caudales de ballenas jorobadas propuestos por Rosenbaum *et al.* (1995).

Se calculó la frecuencia en porcentaje para cada patrón de coloración y el promedio de coloración para cada zona estudiada, mediante el cálculo del promedio aritmético de las frecuencias porcentuales ( $\sum f_i X_i / n$ ). Las comparaciones de ambos catálogos fotográficos se realizaron utilizando el método no paramétrico de Mann-Whitney debido al incumplimiento de la asunción de distribución normal inherente a la estadística paramétrica. Se consideraron las diferencias como estadísticamente significativas a una probabilidad mayor del 95%, es decir, cuando los resultados fueron  $p < 0,05$ .

Para conocer la existencia de relación entre el patrón de coloración de la aleta caudal de los individuos foto-identificados de ballena jorobada y el área de estudio se utilizó la prueba de independencia de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ), considerando las diferencias como estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ . Se utilizó el programa estadístico SPSS v.15.0., para realizar los cálculos.

Con los datos fotográficos se realizó una estimación de la tasa de retorno al golfo Corcovado de los ejemplares foto-identificados de ballena jorobada en base a su aleta caudal, según el procedimiento ejecutado por Acevedo *et al.* (2006). De esta forma, se pretendió obtener algún indicio de la tasa de retorno de los individuos foto-identificados a la zona de estudio durante todos los años de trabajo.

La estimación de la tasa de retorno se calculó en base al número de individuos foto-identificados y re-avistados en los veranos siguientes, según la expresión:

$$\textit{Tasa de retorno} = (N_{rec} / N_{tot}) \times 100$$

Donde:

$N_{rec}$  = Número total de ballenas foto-identificadas en el año X re-capturadas en los años siguientes (Y).

$N_{tot}$  = Número total de ballenas foto-identificadas en el año X.

Se estimó además un promedio del tiempo de residencia de la ballena jorobada en las aguas del golfo Corcovado, basado en el intervalo de re-avistamiento, que corresponde al tiempo entre el primer y el último avistamiento de cada individuo foto-identificado en la misma temporada de trabajo (Craig *et al.* 2001). Se utilizó el primer y el último dato de avistamiento de cada animal fotografiado como fecha de arribo y abandono del lugar.

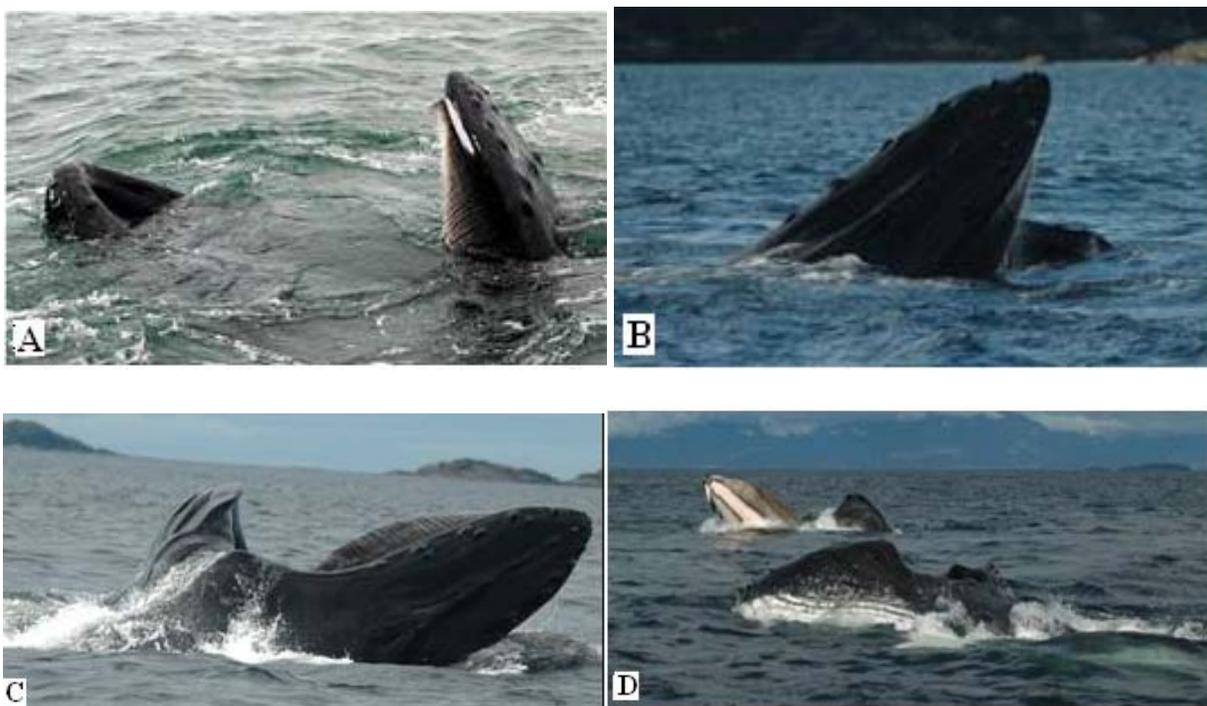
### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Datos obtenidos**

Entre los años 2005 y 2009 se avistaron un total de 202 individuos de ballena jorobada, desde un punto fijo ubicado en la ladera norte de la isla Ascensión. Las observaciones confirmaron grupos de ballenas jorobadas con comportamientos de alimentación, conducta de búsqueda de alimento y individuos en desplazamiento o en tránsito (Montecinos 2008).

El esfuerzo de seguimiento desde la embarcación, en el cual se tomaron las fotografías de aletas dorsales y caudales para la foto-identificación de los ejemplares, fue de un total de 38 días de trabajo entre los años 2003-2009. En 22 de estos días se logró tomar fotografías de aletas dorsales y caudales de los individuos de ballena jorobada (Tabla 3). Recordando que el esfuerzo estuvo dirigido principalmente hacia la ballena azul, se deberían considerar los datos que se obtuvieron desde tierra los cuales indican que el esfuerzo de seguimiento hacia la ballena jorobada fue insuficiente.

Durante el esfuerzo de seguimiento para la foto-identificación de los ejemplares de ballena jorobada, se observó directamente el comportamiento de alimentación así como grandes agregaciones de kril sobre los cuales se encontraban depredando los individuos (Figura 15).



**Figura 15:** Comportamiento de alimentación de ballenas jorobadas observadas en las aguas del golfo Corcovado. A y B: Ejemplares de ballena jorobada capturando alimento mediante una embestida diagonal. C: Ballena jorobada capturando alimento mediante una embestida lateral. D: Individuos alimentándose en aguas del golfo Corcovado. (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete y Francisco Viddi Carrasco).

**Tabla 3:** Esfuerzo de seguimiento de individuos y grupos de ballena jorobada en el área del golfo Corcovado entre los años 2003-2009.

Años	Meses	Días
2003	Febrero	1
2004	Marzo	1
2005	Febrero	1
2006	Enero, Febrero, Marzo	18
2007	Febrero, Marzo	7
2008	Marzo, Abril	5
2009	Febrero, Marzo	5
<b>Total</b>		<b>38</b>

Se obtuvieron 1.740 fotografías de aletas dorsales y caudales de ejemplares de ballenas jorobadas en el área de estudio del golfo Corcovado, entre los años 2003-2009, en los meses de verano. De estas fotografías 634 resultaron ser de buena calidad (1 y 2), de las cuales 448 (70,7%) corresponden a aletas dorsales y 186 (29,3%) a aletas caudales.

### **3.2 Catálogo de Foto-identificación**

Con las fotografías de aletas dorsales y caudales más completas y representativas de cada individuo se formó un catálogo de foto-identificación de los ejemplares de ballena jorobada registrados en el área del golfo Corcovado.

El número total (n) de individuos foto-identificados en el área del golfo Corcovado fue de 44 animales, de los cuales 29 corresponden a identificaciones en base a la aleta caudal y 15 con la aleta dorsal (Figuras 16 y 17).

De las 29 ballenas foto-identificadas en el golfo Corcovado en base a su aleta caudal, también se obtuvo registro de su respectiva aleta dorsal para 25 de esos individuos. Por tanto, hay 4 animales que sólo se tiene registro de su aleta caudal, uno de ellos podría ser uno de esos 15 identificados en base a su aleta dorsal.

Por otra parte, y como complemento de lo anterior, se pudo identificar a 15 ballenas, que no mostraron su aleta caudal o que cuando la mostraron no fue posible fotografiar. Afortunadamente durante los seguimientos de dichos animales se pudo fotografiar sus aletas dorsales y basándose en sus diferencias se pudo foto-identificarlas (Figura 14).



**Figura 16:** Ejemplo de aletas dorsales de individuos de ballena jorobada foto-identificados en el golfo Corcovado (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).



**Figura 17:** Ejemplo de aletas caudales de individuos de ballena jorobada foto-identificados en el golfo Corcovado (Fotografías: Rodrigo Hucke-Gaete).

El análisis de las aletas caudales de la zona del golfo Corcovado, según los patrones de coloración utilizados en este estudio, permitió observar que los individuos avistados poseen un mayor número de aletas caudales con patrones de coloración negra, lo que se vio reflejado en la alta frecuencia de caudales en las categorías 25 y 26 (31%) (Figura11).

Por otro lado las categorías de coloración 20 y 21(22%) también mostraron una alta frecuencia en el área del golfo Corcovado, las que corresponden a patrones de coloración blancos con ambos bordes (superior y inferior) de color negro (Figura11).

El análisis de las frecuencias de los patrones de coloración, según lo descrito por Rosenbaum *et al.* (1995), mostró un predominio del patrón de coloración 5 (34.5%) correspondiente al color negro en el área del golfo Corcovado. Este resultado coincide con los patrones de coloración observados en el análisis realizado con la base de datos en este estudio.

El análisis de las marcas, cicatrices y huellas en las aletas caudales de los animales foto-identificados en el área de estudio del golfo Corcovado, mostró una alta frecuencia de individuos caracterizados por presentar epibiontes en sus aletas caudales (Tabla 4). Además, las características más frecuentemente encontradas en las aletas caudales foto-identificadas fueron las líneas negras y los círculos de color blanco (Tabla 4).

El tercer nivel de caracterización de las aletas caudales, basado en la forma de la hendidura media de la aleta caudal, mostró que la mayor cantidad de aletas caudales en la zona del golfo Corcovado, presentan una hendidura media con forma en “v” abierta y cerrada (27.5 y 48.3% respectivamente) (Tabla 5). La categoría de hendidura media redondeada obtuvo un 17, 2% de aletas caudales.

**Tabla 4:** Individuos de ballena jorobada registrados en el área del golfo Corcovado, agrupados según sus marcas y cicatrices en la aleta caudal, según Mizroch *et al.* (2003).

<b>Tipo de Marca</b>	<b>Nombre de la Marca</b>	<b>Número Individuos G. Corcovado</b>	<b>Porcentaje de Individuos (%)</b>
C	Círculo negro abierto	1	3,5
c	Círculo blanco abierto	14	<b>48,3</b>
F	Pigmentos moteados	9	31,03
H	Orificio	-	-
L	Línea negra	16	<b>55,2</b>
l	Línea blanca	11	37,9
M	Pedazo ausente de la aleta	1	3,5
N	Muesca	1	3,5
R	Cicatrices	-	-
S	Círculo negro cerrado	5	17,2
s	Círculo blanco cerrado	6	20,7
X	Sector bajo agua o mal ángulo	2	6,9
B	Epibiontes	26	<b>89,7</b>

**Tabla 5:** Ballenas jorobadas agrupadas según la forma de la hendidura media de la aleta caudal, según Mizroch *et al.* (2003).

<b>Tipo de hendidura central de aleta caudal</b>	<b>Número de Individuos en el G. Corcovado</b>	<b>Porcentaje de Individuos (%)</b>
Redondeada	5	<b>17,2</b>
Cuadrangular	1	3,5
Forma en “v” cerrada	14	<b>48,3</b>
Forma en “v” abierta	8	<b>27,5</b>
Ausente	-	-
No determinada	1	3,5
<b>Total</b>	29	100

### **3.3 Grupos de ballena jorobada en el golfo Corcovado**

Se registraron 68 avistamientos en 38 días de esfuerzo de seguimiento para foto-identificación desde la embarcación, totalizando 122 individuos (Tabla 6). El promedio del tamaño grupal fue de  $1,8 \pm 0,86$  individuos (Figuras 18), siendo los grupos compuestos por 1 individuo (43%) los más frecuentes, seguidos por los grupos de 2 individuos (41%).

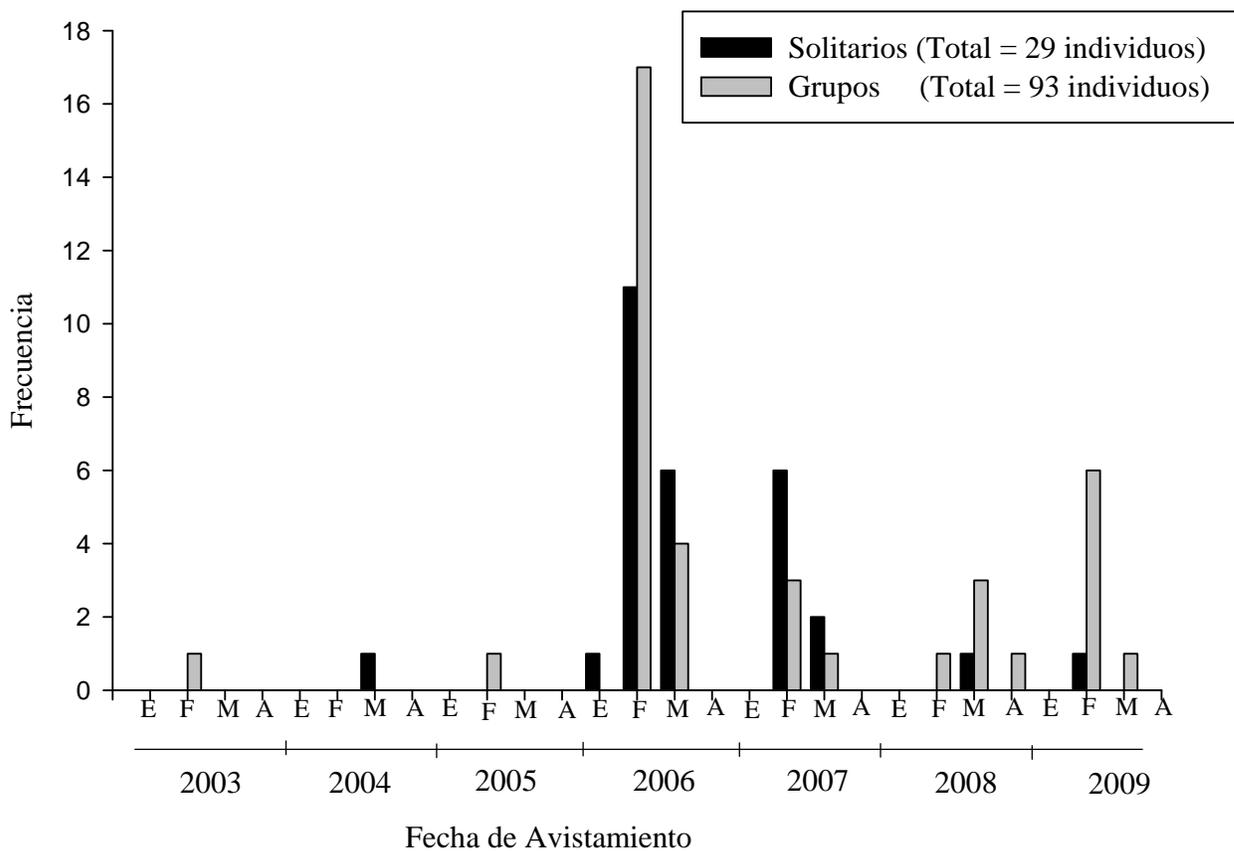
De los grupos compuestos por dos individuos, tres correspondieron a madre y cría: CBA 001 y CBA 002 (cría), los que fueron avistados en febrero de 2003, CBA 004 y CBA 005 (cría), avistados en febrero de 2005, y CBA 003 y CBA 028 (cría) que fueron avistados en febrero de 2009 respectivamente.

**Tabla 6:** Grupos de ballenas jorobadas avistados desde la embarcación durante el esfuerzo de seguimiento en el golfo Corcovado entre los años 2003-2009. N.I. corresponde a individuos no identificados.

<b>Fecha</b>	<b>Nº Individuos</b>	<b>Integrantes del Grupo</b>
21-Feb-03	2	CBA 001, CBA 002
08-Mar-04	1	CBA 003
17-Feb-05	2	CBA 004, CBA 005
30-Ene-06	1	CBA 006
02-Feb-06	4	CBA009, CBA 010,CBA 030-DD,CBA 031-DD
02-Feb-06	3	CBA 008, CBA 011, CBA 012
02-Feb-06	1	CBA 007
02-Feb-06	1	CBA 032-DI
06-Feb-06	2	CBA 006, CBA 013
06-Feb-06	1	CBA 006
08-Feb-06	2	N.I
09-Feb-06	2	N.I
09-Feb-06	2	N.I
10-Feb-06	1	N.I
10-Feb-06	2	N.I
10-Feb-06	1	N.I
11-Feb-06	2	N.I
12-Feb-06	1	N.I
13-Feb-06	1	N.I
14-Feb-06	3	N.I
14-Feb-06	4	N.I
20-Feb-06	3	N.I
20-Feb-06	2	N.I
21-Feb-06	2	N.I
22-Feb-06	1	N.I
22-Feb-06	1	N.I
23-Feb-06	2	N.I
23-Feb-06	2	N.I
23-Feb-06	1	N.I
23-Feb-06	2	N.I
24-Feb-06	2	N.I
24-Feb-06	1	N.I
01-Mar-06	1	CBA 014
03-Mar-06	3	CBA 009, CBA 010, N.I.
03-Mar-06	1	CBA 015

<b>Fecha</b>	<b>Nº Individuos</b>	<b>Integrantes del Grupo</b>
10-Mar-06	4	CBA 014, CBA 016, CBA 035-DI, CBA 036-DD
10-Mar-06	4	CBA 004, CBA 017, CBA 037-DI, N.I.
10-Mar-06	2	CBA 038-DD, N.I
10-Mar-06	1	CBA 018
10-Mar-06	1	CBA 019
10-Mar-06	1	CBA 020
10-Mar-06	1	N.I
09-Feb-07	2	N.I
16-Feb-07	3	CBA 003, CBA 015, CBA 022
16-Feb-07	2	CBA039-DD, CBA 013
16-Feb-07	1	CBA 021
17-Feb-07	1	CBA 013
17-Feb-07	1	CBA 016
17-Feb-07	1	CBA 021
20-Feb-07	1	CBA 016
20-Feb-07	1	CBA 021
03-Mar-07	1	CBA 006
06-Mar-07	1	N.I.
07-Mar-07	3	CBA 013, CBA 023, CBA 040-DI
25-Feb-08	2	N.I.
01-Mar-08	2	CBA 013, CBA041-DI
01-Mar-08	2	CBA 015, N.I.
23-Mar-08	2	N.I
27-Mar-08	1	CBA 024
01-Abr-08	2	CBA 013, CBA 025
02-Feb-09	3	CBA 023, CBA 026, CBA 027
06-Feb-09	2	CBA 003, CBA 028
24-Feb-09	2	CBA 003, CBA 028
25-Feb-09	2	CBA 004, CBA 042-DD
25-Feb-09	2	CBA 003, N.I.
25-Feb-09	2	N.I.
25-Feb-09	1	N.I
03-Mar-09	2	CBA 009, CBA 029
<b>Total</b>	<b>122</b>	

Se observa en la Figura 18 que febrero y marzo fueron los meses con mayor registro de animales desde embarcaciones en el área de estudio. Los avistamientos realizados desde un punto fijo de la isla Ascensión señalan de igual manera que la mayor cantidad de individuos de ballenas jorobadas observados fueron avistados principalmente en el mes de febrero, seguido por el mes de marzo.



**Figura 18:** Grupos de ballena jorobada y animales solitarios avistados mensualmente desde la embarcación durante el esfuerzo de seguimiento en el área del golfo Corcovado entre los años 2003-2009.

E: Enero. F: Febrero. M: Marzo. A: Abril.

### 3.4 Residencia en el área del golfo Corcovado

En la Tabla 7 se presentan los individuos de ballena jorobada que fueron re-avistados dentro de una misma temporada, como es el caso de los individuos CBA 009, CBA 010 y CBA 013 que estuvieron en las aguas del golfo Corcovado durante más de un mes (Tabla 7, número 3, 4, 6).

El promedio de residencia basado en los animales re-avistados durante la misma temporada fue de 20 días para el verano de 2006, 10 días el año 2007, 32 días la temporada 2008 y 20 días para la temporada correspondiente al año 2009. Si se consideran todos los años de trabajo en conjunto, el promedio de residencia para los ejemplares de ballena jorobada en las aguas del golfo Corcovado fue de  $18 \pm 10,7$  días (Rango = 4 – 32).

**Tabla 7:** Individuos de ballena jorobada re-avistados en una misma temporada en el golfo Corcovado.

N°	Código foto-id	Primer avistamiento	Último avistamiento	Total Días
1	CBA 003	06/02/2009	25/02/09	20
2	CBA 006	30/01/2006	06/02/2006	8
3	CBA 009	02/02/2006	03/03/2006	30
4	CBA 010	02/02/2006	03/03/2006	30
5	CBA 013	16/02/2007	07/03/2007	20
6	CBA 013	01/03/2008	01/04/2008	32
7	CBA 014	01/03/2006	10/03/2006	10
8	CBA 016	17/02/2007	20/02/2007	4
9	CBA 021	16/02/2007	20/02/2007	5
10	CBA 028	06/02/2009	25/02/2009	20

### 3.5 Filopatría en el área del golfo Corcovado

En las campañas de terreno efectuadas entre 2003 a 2009, un total de 29 individuos diferentes de ballena jorobada fueron foto-identificados en base a su aleta caudal en el golfo Corcovado (Tabla 9). De estos ejemplares identificados 8 fueron re-capturados en temporadas diferentes (Tabla 8).

De los 8 ejemplares re-capturados en distintos años durante el período de estudio, tres ejemplares fueron observados en dos años diferentes (Tabla 8, número 3, 4 y 8), cinco fueron avistados en tres años diferentes (Tabla 8, número 1, 2, 5, 6 y 7), y dos de ellos fueron observados en tres años consecutivos (2006-2008) (Tabla 8, número 5 y 6).

Por tanto, con un total de 29 ejemplares foto-identificados, la tasa de retorno de la ballena jorobada para todos los años de estudio se estimó en un 28% en la zona del golfo Corcovado.

**Tabla 8:** Ballenas jorobadas re-capturadas entre los años 2006-2009 en la zona del golfo Corcovado.

N°	Código foto-id	Temporada		Intervalo	
		foto-id	Fecha re-captura	Fecha re-captura	Avistamiento
1	CBA 003	08-03-04	16-02-07	06-02-09	5 años
2	CBA 004	17-02-05	10-03-06	25-02-09*	4 años
3	CBA 006	30-01-06	03-03-07		1 año
4	CBA 009	02-02-06	03-03-09		3 años
5	CBA 013	06-02-06	16-02-07	01-03-08	2 años
6	CBA 015	03-03-06	16-02-07	01-03-08	2 años
7	CBA 016	10-03-06	17-02-07	25-02-09*	3 años
8	CBA 023	07-03-07	02-02-09		2 años

\*Ballenas jorobadas re-capturadas con su aleta dorsal.

### 3.6 Comparación de los catálogos de foto-identificación

El total de animales foto-identificados en ambas áreas fue de 151 ejemplares, correspondientes a 44 animales de la zona del golfo Corcovado y a 107 del estrecho de Magallanes (Tabla 9). De estos animales se compararon 29 aletas caudales del área del golfo Corcovado y 97 pertenecientes al estrecho de Magallanes.

Al comparar las aletas caudales de ambas zonas no se encontró ningún “match”, es decir, no se encontró ninguna fotografía idéntica de aleta caudal tomada de los ejemplares de ballena jorobada en el golfo Corcovado al compararlas con las obtenidas de los individuos de esta especie en el estrecho de Magallanes.

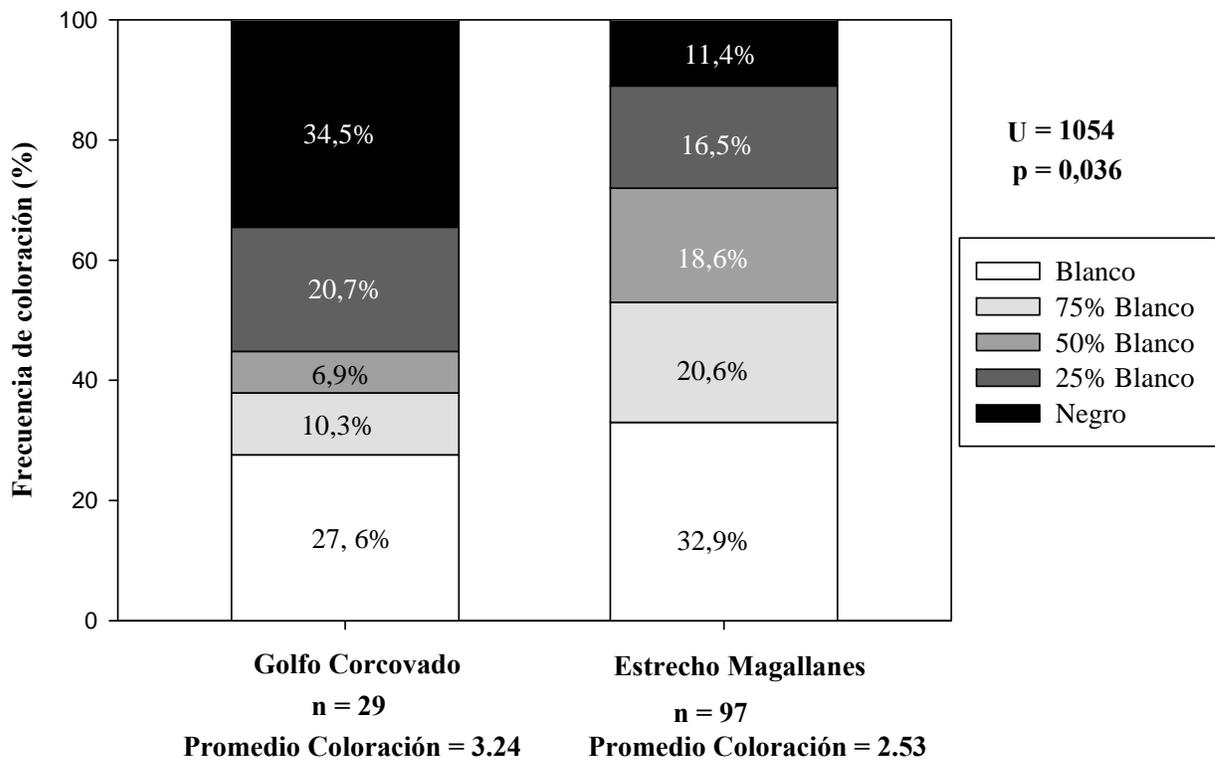
Además se compararon 15 individuos foto-identificados en base a su aleta dorsal de la zona del golfo Corcovado con los 71 ejemplares del estrecho de Magallanes de los cuales se tiene registro de su aleta dorsal. Al comparar las aletas dorsales de ambas zonas, no se encontró similitud en las aletas dorsales de ballena jorobada fotografiadas.

**Tabla 9:** Total de individuos de ballena jorobada foto-identificados en ambas áreas de estudio, en base a su aleta dorsal y a su aleta caudal.

Área estudio	Individuos foto-identificados		Total
	Aletas dorsales	Aletas Caudales	
<b>Golfo Corcovado</b>	15	29	<b>44</b>
<b>Estrecho de Magallanes</b>	10	97	<b>107</b>
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>126</b>	<b>151</b>

El análisis de las frecuencias de los patrones de coloración entre ambos catálogos fotográficos, según lo descrito por Rosenbaum *et al.* (1995), mostró que existen diferencias significativas ( $U=1054$ ;  $Z= -2,098$ ;  $p= 0,036$ ) entre los patrones de coloración de los individuos de ambas zonas.

Se observó un predominio del patrón de coloración 5 (negro) en el área del golfo Corcovado, y en la zona del estrecho de Magallanes se observó que el 53,5% de los individuos foto-identificados poseen aletas caudales con coloración blanca correspondientes a las categorías 1 y 2 (Figura 19).



**Figura 19:** Frecuencias en porcentajes de los patrones de coloración de la aleta caudal de ballena jorobada para las zonas de estudio del golfo Corcovado y el estrecho de Magallanes.

El cálculo del promedio de coloración fue de 3.24 para la zona del golfo Corcovado y 2.53 para el estrecho de Magallanes (Figura 19), estos resultados indican nuevamente que los ejemplares de ballena jorobada avistados en el golfo Corcovado probablemente poseen aletas caudales con patrones de coloración principalmente negros y los individuos presentes en el estrecho de Magallanes poseen aletas caudales de coloración preferentemente blanca. Además la prueba de independencia de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ) señaló en este estudio que la coloración de la superficie ventral de la aleta caudal de los individuos foto-identificados es dependiente del área de estudio ( $\chi^2 = 10,808$ ;  $p = 0,029$ ).

Estudios anteriores en el área del estrecho de Magallanes, realizados por Gibbons *et al.* (2004) y Acevedo (2005), describen las ballenas jorobadas de esa zona, con coloraciones de la aleta caudal correspondientes a patrones 1 y 2 (blanco), el resultado encontrado en este estudio apoyan estos resultados.

El análisis realizado en este estudio mostró que el 90% de las aletas caudales de ballenas jorobadas foto-identificadas en el área del golfo Corcovado presentan epibiontes del Orden Lepadomorpha y Balanomorpha. Los ejemplares registrados en el área del estrecho de Magallanes también se caracterizaron por presentar estos epibiontes, el 97% de ellos fue observado con esta característica en su aleta caudal (Figura 20).



**Figura 20:** Epibiontes del Orden Lepadomorpha y Orden Balanomorpha en una aleta caudal de ballena jorobada en el golfo Corcovado (Fotografía: Rodrigo Hucke-Gaete).

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1 Foto-identificación en el golfo Corcovado

Con el esfuerzo realizado en el área de estudio se lograron foto-identificar 44 individuos de ballena jorobada (29 en base a su aleta caudal y 15 en base a su aleta dorsal) en la zona del golfo Corcovado entre los años 2003 y 2009. Teniendo en cuenta que el mayor esfuerzo de trabajo realizado en el área era destinado para la ballena azul y considerando los avistamientos de ballena jorobadas obtenidos desde tierra, se estima que si se aumentara el esfuerzo de trabajo hacia la especie principal de este estudio, el número de ballenas jorobadas foto-identificadas en el área también aumentaría.

Los ejemplares de ballena jorobada foto-identificados en la zona del golfo Corcovado mostraron aletas caudales con patrones de coloración ventral preferentemente de color negro. Estudios anteriores indican que las ballenas jorobadas foto-identificadas en aguas del Pacífico Sur Oriental presentan aletas caudales principalmente de coloración ventral blanca (Rosenbaum *et al.* 1995; Aguayo-Lobo *et al.* 1998; Gibbons *et al.* 2004; Acevedo 2005). Este resultado señala la importancia de aumentar el esfuerzo de trabajo dirigido a esta especie para poder así caracterizar mejor a los individuos dentro del área de estudio.

Las otras características mencionadas por Mizroch *et al.* (2003) marcas y cicatrices en las aletas caudales de los animales foto-identificados en el área del golfo Corcovado, mostraron una alta frecuencia de individuos presentando epibiontes de los Ordenes Lepadomorpha y Balanomorpha en sus aletas caudales (Figura 20); de la misma manera presentaron abundantes círculos de color blanco, debido a que los epibiontes al despegarse dejan la cicatriz en el cuerpo del animal, por

este motivo los epibiontes no serían una característica segura para la identificación individual ya que pueden variar en el tiempo.

La hendidura que separa los lóbulos de la aleta caudal constituye otra característica variable de esta aleta. De las categorías analizadas (Tabla 2), la hendidura central de en forma de “v” resultó ser la más frecuente, apoyando la descrito para esta aleta (Anexo 1). Según Mizroch *et al.* (2003) la hendidura media de la aleta caudal de las ballenas jorobadas puede ser usada para clasificar los individuos de esta especie.

#### **4.2 Residencia y filopatría en el golfo Corcovado**

El mayor número de avistamientos de ballenas jorobadas en el golfo Corcovado se registró durante los meses de febrero y marzo (Figura 18). En las áreas de alimentación ubicadas en el estrecho de Magallanes y en la costa oeste de la península Antártica el mes con mayor número de avistamientos de individuos es febrero, lo cual sugiere que la zona del golfo Corcovado sería un área de agregación diferente de ballenas jorobadas.

Es necesario ampliar los meses de esfuerzo de avistamiento y de seguimiento para los individuos de esta especie en el golfo Corcovado para así poder definir con certeza los meses con mayor avistamientos en la zona, ya que si bien en este estudio se observó que es febrero y marzo, el esfuerzo de trabajo no fue igual para todos los meses de verano.

Los resultados del tiempo de residencia de los ejemplares en la zona del golfo Corcovado indican un rango de permanencia entre 4 y 32 días (promedio = 18 días), lo cual señala que hay

individuos que permanecen en el área al menos durante un mes. Acevedo (2005) señala para la zona del estrecho de Magallanes un tiempo de residencia de la ballena jorobada entre 36 y 48 días, por tanto con mayores datos el tiempo de residencia en el área de estudio pudiera aumentar.

Se conoce poco sobre el tiempo de residencia de los ejemplares de ballena jorobada en las áreas de reproducción y alimentación (Stevick *et al.* 2003), debido a la dificultad de conocer con certeza el arribo y partida de los animales, y a que los arribos y abandonos de las áreas de reproducción y de alimentación dependen de la madurez y estatus reproductivo de los ejemplares (Chittleborough 1965; Dawbin 1966).

Se observa que el mayor tiempo de residencia en el golfo Corcovado se obtuvo en el año 2008, año en el cual el esfuerzo de seguimiento abarcó la mayor cantidad de meses de trabajo (hasta los primeros días del mes de abril), por lo tanto si a futuro se aumenta el esfuerzo de trabajo hasta abril, se esperaría que los datos obtenidos en relación con tiempo de residencia también aumenten.

Además cabe señalar que podría existir cierta dispersión de los ejemplares hacia otra localidad dentro de la ecorregión Chilense, con lo cual los re-avistamientos de los animales se dificultan. Debido a lo amplio del área de estudio, el esfuerzo de seguimiento para la foto-identificación de los animales es realizado en una fracción del área total. Esto explicaría que los ejemplares que fueron avistados en una sola ocasión pudieran haberse dispersado hacia otra localidad dentro del área, como ha sido registrado por Gibbons *et al.* (2003) y por Acevedo (2005) en la zona del estrecho de Magallanes.

Por otro lado, Capella *et al.* (2008) señalaron que el viaje para una ballena jorobada desde la costa noroeste de la isla de Chiloé hasta isla Carlos III en las aguas del estrecho de Magallanes, duró 38 días. Por tanto según los resultados observados de avistamientos de ejemplares en el mes de marzo y a comienzos de abril en la zona del golfo Corcovado, es poco probable que esos individuos migren hacia zonas de alimentación como el estrecho de Magallanes y la costa oeste de la península Antártica, ya que llegarían a esas áreas a comienzos de otoño y su residencia en la zona sería muy limitada como para invertir en el gasto energético que implica la migración. Esto sugiere que la zona del golfo Corcovado es un área de alimentación diferente para una fracción de la población Pacífico Sur Oriental.

Los resultados del retorno de los individuos de ballena jorobada al golfo Corcovado (Tabla 8) mostraron que entre los años 2006 y 2009 hubo ocho animales foto-identificados que fueron recapturados en temporadas siguientes. Cinco de ellos fueron recapturados en dos temporadas posteriores y dos de estos fueron recapturados en tres años consecutivos. Estos resultados sugieren que existiría retorno anual (28%) de ballenas jorobadas al área de estudio.

La alta productividad en el área del golfo Corcovado se debe principalmente al gran aporte de agua dulce proveniente de ríos y de la alta pluviosidad que caracteriza la zona; a la circulación de dos capas de aguas en el área, una capa superficial (20-30 m) con bajos niveles de salinidad y nutrientes y una capa profunda con aguas de alta salinidad y ricas en nutrientes; y a la amplia radiación estival durante los meses de verano y principios de otoño (Silva *et al.* 1997; Silva *et al.* 1998). Estos factores generan la formación del gran sistema estuarino en la zona austral de Chile, concentrándose en el área una gran cantidad de diatomeas que sustentan una alta biomasa

fitoplanctónica, la cual favorece a la formación de grandes concentraciones de zooplancton que son parte esencial de la alimentación de varias especies en la zona (Avaria *et al.* 2004).

La figura 15 muestra el comportamiento alimentario de ejemplares de ballena jorobada observados en las cercanías de la localidad de puerto Melinka, en las aguas del golfo Corcovado, indicando claramente que el destino para esta agregación es de alimentación, según lo informado por Hucke-Gaete *et al.* (2006) que indican que las aguas del golfo Corcovado estarían siendo utilizadas por la ballena jorobada como área de alimentación y crianza, similar a lo registrado por Hucke-Gaete *et al.* (2003) para la ballena azul en las mismas aguas. Esto se reafirma con las cuatro parejas de animales que fueron foto-identificados en el área y que correspondieron a madres con crías, sugiriendo que por lo menos un 15 % de los grupos de ballenas compuestos por dos individuos corresponden a madres con sus crías.

No se conoce con certeza la dieta de la ballena jorobada en el área de estudio, pero se ha observado a ejemplares de esta especie depredando sobre grandes agregaciones de krill, así como restos de caparazón de este crustáceo en las fecas de los individuos, por lo que se podría suponer que su dieta se basa principalmente de eufáusidos y eventualmente sobre otras especies de zooplancton gregario.

Para la ballena jorobada se han sugerido diferentes tasas de filopatría hacia sus respectivas áreas de reproducción y de alimentación (Clapham *et al.* 1993; Calambokidis *et al.* 1996; Waite *et al.* 1999). Para el área del estrecho de Magallanes Acevedo *et al.* (2006) indicaron un 78,9% de retorno para de esta especie a esa zona. Por otra parte, varios autores han informado sobre una

alta tasa de retorno hacia las respectivas áreas de alimentación, como en el caso de la zona de alimentación de California, en el Pacífico norte (Calambokidis *et al.* 1996) y el área del golfo de Maine en el Atlántico norte (Clapham *et al.* 1993). El retorno al área del golfo Corcovado, se explicaría por que el esfuerzo de trabajo (Tabla 3) en el área de estudio estuvo dedicado principalmente para la ballena azul, por tanto aumentando el esfuerzo resultados futuros eventualmente indicarían un porcentaje mayor de retorno.

#### **4.3 Comparación de los catálogos de foto-identificación**

Las comparaciones de aletas caudales y dorsales respectivamente, y la diferencia significativa de los patrones de coloración (Figura 19) mostraron que no existe intercambio entre los ejemplares foto-identificados en el área del golfo Corcovado y el estrecho de Magallanes. Estudios realizados en el Pacífico norte señalan que en esa zona existen áreas de alimentación diferenciadas para la ballena jorobada, el intercambio entre esas áreas sería muy bajo y existe una alta filopatría a las zonas de alimentación (Darling y McSweeney 1985; Baker *et al.* 1986; Waite *et al.* 1999). Esto es coincidente con lo descrito por Acevedo *et al.* (2008) para ambas áreas mencionadas y la península Antártica e indicaría que existen tres áreas de alimentación diferenciadas para la población de ballena jorobada del Pacífico Sur Oriental.

Rosenbaum *et al.* (1995) señalan que los patrones de coloración caudal de la ballena jorobada difieren en las distintas zonas geográficas. Estudios anteriores indican que las ballenas foto-identificadas en aguas de la costa este y oeste de Australia presentan aletas caudales principalmente de coloración ventral blanca y que los ejemplares de las aguas de México, Hawai

y Japón presentarían aletas caudales de coloración esencialmente negra (Rosenbaum *et al.* 1995; Aguayo-Lobo *et al.* 1998; Gibbons *et al.* 2004; Acevedo 2005).

El cálculo del promedio de coloración de las aletas caudales de los animales registrados en el estrecho de Magallanes fue inferior (2.53) que el resultado para la zona del golfo Corcovado (3.24), área en la cual los ejemplares presentarían aletas caudales más oscuras que los ejemplares registrados en el área de alimentación del estrecho de Magallanes. A su vez, Acevedo (2005), señala que el promedio de coloración para los ejemplares de ballena jorobada registrados en la costa oeste de la península Antártica es de 2.40 y para los individuos registrados en el estrecho de Magallanes es de 2.45. Los resultados de este estudio, en términos de la ausencia de “match” observada entre las áreas de alimentación de la zona del golfo Corcovado y estrecho de Magallanes y la coloración ventral de la aleta caudal de los individuos foto-identificados sugieren que las ballenas del golfo Corcovado podrían pertenecer a una población o stock diferente y es de gran importancia ampliar el esfuerzo de trabajo dirigido hacia esta especie para obtener más datos que ayuden a determinar la procedencia de los individuos de las aguas del golfo Corcovado.

Por otra parte, Capella *et al.* (2008) informaron el avistamiento de una madre con cría de ballena jorobada registrada mar afuera al noroeste de la isla de Chiloé el 8 febrero de 2008 y posteriormente registrada en las aguas adyacentes a isla Carlos III los días 18 y 23 de marzo del mismo año. Estos avistamientos no necesariamente significarían una conexión migratoria costera entre ambas zonas como ha sido interpretada por los autores, sino que más bien que el destino migratorio de esos ejemplares son las aguas del estrecho de Magallanes como ha sido informado

previamente por los mismos autores al registrarla en las aguas adyacentes a Carlos III desde los años 2005 al 2008.

El registro de esa madre con su cría al noroeste de la isla de Chiloé indicaría esa zona como área de tránsito dentro de su migración con destino al estrecho de Magallanes, así como avistamientos informados por Findlay *et al.* (1998) frente a la costa de Iquique en los meses de diciembre y enero estarían indicando que esa zona es de tránsito hacia su destino migratorio en el estrecho de Magallanes. De igual manera existen registros de avistamientos de ballena jorobada en islas Choros-Damas e isla Chañaral durante los meses de verano (Moraga *et al.* 2008). Si bien no se observó intercambio de individuos entre las áreas de alimentación, es probable que los ejemplares se alimenten durante su migración, es decir, que los individuos registrados en el estrecho de Magallanes y en la península Antártica a lo largo de su recorrido migratorio pasan por las aguas cercanas a la costa de Iquique, Coquimbo, Chiloé y las aguas adyacentes al golfo Corcovado, las cuales son altamente productivas, por lo tanto es posible que los ejemplares de ballena jorobada se alimenten en ellas y posteriormente sigan el curso de su migración en el mismo sentido planteado por Papastavrou y Van Waerebeek (1998).

Datos de captura entre los años 1785 y 1902, informados por Townsend (1935) señalan que la costa expuesta de la isla de Chiloé, las aguas de isla Guafo y la boca del Guafo (entrada del golfo Corcovado) fueron áreas utilizadas por la industria ballenera durante la caza de ballena jorobada durante julio, agosto y septiembre, indicando por un lado que algunos animales pueden permanecer en la zona durante el invierno y/o alguna fracción de población era cazada durante la migración meridional de esta especie en el Pacífico Sur Oriental. Los avistamientos recientes

podrían indicar que después de los 40 años transcurridos de su prohibición de captura, la que redujo su número a unos centenares de individuos (Chapman 1974), la población podría estar recuperándose.

Su preferencia marcada por hábitos costeros y su tendencia a concentrarse en áreas bien definidas para su reproducción y alimentación expone a las ballenas jorobadas a actividades humanas como la pesca, el tráfico marino, la expansión del desarrollo costero, la acuicultura, la contaminación, el turismo, entre otros. Su conservación implica contar con planes de manejo y ordenamiento de los hábitats costeros, que garanticen la subsistencia a lo largo del tiempo. Los resultados de este estudio sugieren que en Chile existirían tres áreas de alimentación diferenciadas para esta especie, y su conservación es muy importante para la recuperación de la población de ballena jorobada del Pacífico Sur Oriental o Stock G. Las evidencias mostradas en la presente tesis sugieren fuertemente que el área del golfo Corcovado constituiría un destino migratorio diferente para esta especie en el Pacífico Sur Oriental, distinto al destino migratorio de los ejemplares que viajan hasta el estrecho de Magallanes.

## 5. CONCLUSIONES

- Un mínimo de 40 ballenas jorobadas visitan las aguas del golfo Corcovado, durante los meses de verano austral, zona en la cual los individuos se alimentan.
- En los avistamientos de ballena jorobada realizados, se observó que la mayoría de los individuos estuvieron en grupos compuestos por 1 o 2 animales. Se observó la presencia de madres con sus crías en la zona.
- Los resultados sugieren una tasa de retorno de 28% para la ballena jorobada y un tiempo de residencia en el área de 4-32 días, con un promedio de 18 días.
- Las comparaciones de aletas caudales y dorsales, y la diferencia significativa en los patrones de coloración de las aletas caudales de los ejemplares foto-identificados en ambas zonas comparadas, mostraron que no existe intercambio entre los individuos del área del golfo Corcovado con los del estrecho de Magallanes.
- Los resultados de retorno y residencia en el área, la ausencia de intercambio de individuos entre ambas zonas y la diferencia significativa en sus patrones de coloración caudal, sugieren que el golfo Corcovado sería un área de alimentación diferenciada para una fracción de la población de ballena jorobada del Pacífico Sur Oriental. Se propone considerar 3 áreas de alimentación para la ballena jorobada del stock G, costa oeste de la península Antártica, y estrecho de Magallanes y golfo Corcovado en Chile continental.

- Se sugiere realizar estudios futuros que amplíen los datos de esta especie en el área, aumentar el esfuerzo de trabajo en la observación, navegación y foto-identificación con el propósito de seguir comparando de una manera confiable la información obtenida y ampliar el estudio de filopatría y residencia de la especie en la zona.
- Se sugiere realizar estudios genéticos integrados con la técnica de foto-identificación, se sugiere además sexar a los animales para comprender mejor las interacciones entre ellos, la estructura de la población y su comportamiento.

## 6. REFERENCIAS

Acevedo, A. y M.A. Smultea. 1995. First records of humpback whales including calves at Golfo Dulce and Isla del Coco, Costa Rica, suggesting geographical overlap of northern and southern hemisphere populations. *Marine Mammal Science* 11 (4): 554-560.

Acevedo, J. 2005. Distribución, filopatría, residencia e identidad poblacional de la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, que se alimentan en las aguas del estrecho de Magallanes, Chile. Tesis para optar a la Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. 144 Págs.

Acevedo, J., A. Aguayo-Lobo y L. Pastene. 2006. Filopatría de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), al área de alimentación del estrecho de Magallanes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41:11-19.

Acevedo, J., K. Rasmussen, F. Félix, C. Castro, M. Llano, E. Secchi, M.T. Saborío, A. Aguayo-Lobo, B. Haase, M. Scheidat, L. Dalla-Rosa, C. Olavarría, P. Forestell, P. Acuña, G. Kaufman y L. Pastene. 2007. Migratory destinations of the humpback whales from Magellan Strait feeding ground, Chile. *Marine Mammal Science* 23(2): 453-463.

Acevedo, J., A. Aguayo-Lobo y J. Plana. 2008. Conducta de alimentación de la ballena jorobada en la península Antártica. *Boletín Antártico Chileno* 27(1):21-22.

Acevedo, J., J. Allen, C. Castro, F. Félix, E. Secchi, L. Flórez-González, A. Aguayo-Lobo, K. Rasmussen, M. Llano, F. Garita, P. Forestell, B. Haase, L. Dalla Rosa, D. Ferrina, J. Plana, G. Kaufman, M. Scheidat y L. Pastene. 2008. Migratory destination of humpback whales from the Eastern South Pacific Population as revealed by photo identification analysis. Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional, Santiago, Chile.

Acevedo, J., R. Hucke-Gaete, E. Secchi, J. Allen, A. Aguayo-Lobo, L. Dalla Rosa, D. Haro y L. Pastene. 2008. Photo-identification analysis of humpback whales from three high latitude localities of the Eastern South Pacific Population (Stock G). Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional SC/60/SH27, Santiago, Chile.

Aguayo-Lobo, A. 1974. Baleen whales off continental Chile. *In*: W.E. Schevill (ed.). *The Whale Problem, a Status Report*. Harvard University Press. Cambridge, Mass., EE.UU. 209-217 pp.

Aguayo-Lobo, A., D. Torres y J. Acevedo. 1998a. Los Mamíferos Marinos de Chile: I. Cetácea. *Serie Científica INACH* 48: 19 – 159.

Aguayo-Lobo, A., C. Olavarría, R. Bernal, L. Medrano, D. Torres, A. Larrea y C.S. Baker. 1998. Ventral fluke patterns of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in adjacent waters of Antarctic Peninsula. VIII Reunión de trabajo de especialistas en mamíferos marinos de América del sur, Olinda, Brazil.

Antezana, T., A. Giraldo y M. Hamamé. 2002. Clorofila y alimentación del zooplancton fraccionado por tamaño, en subcuencas del sistema de canales magallánicos y fueguinos durante primavera de 1998. *Ciencia y Tecnología del Mar* 25(1): 109-130.

Avaria, S., C. Cáceres y P. Muñoz. 2004. Distribución del microfitoplancton marino entre el Golfo Corcovado y el Estero Elefantes en la primavera de 1998 y en el verano de 1999 (Crucero Cimar 4 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar* 27: 17-47.

Baker, C.S., L.M. Herman, A. Perry, W.S. Lawton, J.M. Straley, A.A. Wolman, G.D. Kaufman, H.E. Winn, J.D. Hall, J.M. Reinke y J. Östman. 1986. Migratory movement and population structure of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the central and eastern North Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 31: 105-119.

Blackmer, A.L., S.K. Anderson y M.T. Weinrich 2000. Temporal variability in features used to photo-identify humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Marine Mammal Science* 16: 338-354.

Bowen, W. D.1997. Role of marine mammals in aquatic ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 158: 267-274.

Calambokidis, J., G.H. Steiger, J.R. Evenson, K.R. Flynn, K.C. Balcomb, D.E. Claridge, P. Bloedel, J.M. Straley, C.S. Baker, O. Von Ziegesar, M.E. Dahlheim, J.M. Waite, J.D. Darling, G. Ellis y G.A. Green. 1996. Interchange and isolation of humpback whales off California and other North Pacific feeding grounds. *Marine Mammal Science*. 12, 215–226.

Calambokidis, J., G.H. Steiger, K. Rasmussen, J. Urbán, K. Balcomb, P. Ladrón de Guevara, M. Salinas, J.K. Jacobsen, C.S. Baker, L.M. Herman, S. Cerchio y J.D. Darling. 2000. Migratory destinations of humpback whales that feed off California, Oregon and Washington. *Marine Ecology Progress Series* 192: 295-304.

Capella, J., B. Galletti Vernazzani, J. Gibbons y E. Cabrera. 2008. Conexiones costeras migratorias de ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en el sur de Chile. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales*. (Chile). 36(2):13-18.

Carlson, C.A., C.A. Mayo y H. Whitehead. 1990. Changes in the ventral fluke pattern of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*), and its effect on matching; evaluation of its significance to photo-identification research. Report International Whaling Commission Special Issue N° 12:325-333.

Chapman, D.G. 1974. Status of the Antarctic rorqual stocks. *In*: W.E. Schevill (ed.). *The Whale Problem, a Status Report*. Harvard University Press. Cambridge, Mass. EEUU: 218- 238 pp.

Chittleborough, R.G. 1965. Dynamics of two population of humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre). Australian Journal of Marine and Freshwater Research 16: 33-128.

Chu, K. y S. Nieukirk. 1988. Dorsal fin scars as indicators of age, sex and social status in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Canadian Journal of Zoology 66:416-420.

Clapham, P.J. y C.A. Mayo. 1987. Reproduction and recruitment in individually identified humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) observed in Massachusetts Bay: 1979-1985. Canadian Journal of Zoology 65: 2853-2863.

Clapham, P. J., L.S. Baraff, C.A. Carlson, M.A. Christian, D.K. Mattila, C.A. Mayo, M.A. Murphy y S. Pittman. 1993. Seasonal occurrence and annual return of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the southern Gulf of Maine. Canadian Journal of Zoology 71: 440–443.

Clapham, P.J., y J.G. Mead. 1999. *Megaptera novaeangliae*. MammalSpecies 604:1-9.

Clapham, P.J., S.E. Wetmore, T.D. Smith and J.G. Mead. 1999. Length at birth and independence in humpback whales. Journal of Cetacean Research and Management 1: 141-146.

Clapham, P.J. 2000. The humpback whale: seasonal feeding and breeding in a baleen whale. *In*: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (eds.). Cetacean Societies: field studies of whales and dolphins. Chicago, University of Chicago Press. pp. 173-196.

Corkeron, P.J. y R.C.Connor. 1999. Why do baleen whales migrate? *Marine Mammal Science* 15:1228–1245.

Craig, A.S., L.M. Herman y A.A. Pack. 2001. Estimating residence times of humpback whales in Hawaii. Report for the Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary. 21 pp.

Croll, D. A., B. Marinovic, S. Benson, F. P. Chavez, N. Black, R. Ternullo y B. R. Tershy (2005), From wind to whales: Trophic links in a coastal upwelling system, *Marine Ecology. Progress Series*. 289: 117–130.

Darling, J.D. y D.J. McSweeney.1985. Observations on the migrations of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology* 63: 308-314.

Dawbin, W. H. 1966. The seasonal migratory cycle of humpback whales. In: (K. S. Norris, ed) *Whales, Dolphins and Porpoises*. University of California Press, Berkley. United States of America. Pp. 144-169.

Estes, J. A., M.T.Tinker, T.M. Williams y D. F.Doak.1998. Killer whale predation on sea otters linking oceanic and nearshore ecosystems. *Science* 282:473–476.

Findlay, K.P., R. Pitman, T. Tsurui, K. Sakai, P. Ensor, H. Iwakami, D. Ljungblad, H. Shimada, D. Thiele, K. VanWaerebeek, R. Hucke-Gaete y G.P.S. Vattier. 1998. 1997/1998 IWC-Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-SOWER) Blue whale cruise, Chile. IWC Paper SC/50/Rep1. 40 pp.

Findlay, K.P. 2001. A review of humpback whale catches by modern whaling operations in the Southern Hemisphere. *Memoirs of the Queensland Museum* 47(2):411-420.

Flórez-González, L., J. Capella, B. Haase, G.A. Bravo, F. Félix y T. Gerrodette. 1998. Changes in winter destinations and the northernmost record of southeastern Pacific humpback whales. *Marine Mammal Science*. 14(1):189-96.

Garrigue, C. A. Aguayo-Lobo, V. Amante-Helweg, C.S. Baker, S. Caballero, P. Clapham, R. Constantine, J. Denkinger, M. Donoghue, L. Flórez-González, J. Greaves, N. Hauser, C. Olavarría, C. Pairoa, H. Peckham y M. Poole. 2002. Movements of humpback whales in Oceania, South Pacific. *Journal of Cetacean Research and Management* 4 (3): 255-260.

Gibbons, J., J. Capella, R. Matus y L. Guzmán. 1998. Presence of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Balaenopteridae), in the Chilean Patagonian channels. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales*. (Chile) 26:69-75.

Gibbons, J., J.C. Capella y C. Valladares. 2003. Rediscovery of a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) feeding ground in the Straits of Magellan, Chile. *Journal of Cetacean Research and Management* 5 (2): 203-208.

Gibbons, J., J.J. Capella y Y. Vilina. 2004. Ventral fluke pigmentation of humpback whales *Megaptera novaeangliae* population at the Francisco Coloane marine park, Strait of Magellan, Chile. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales (Chile)* 33: 63-67.

Gotelli, N.J. 1998. *A primer of ecology*. Second Edition. Sunderland, Massachusetts. 236 pp.

Hucke-Gaete, R., L. Osman, C.A. Moreno, K.P. Findlay y Don K. Ljungblad. 2003. Discovery of a blue whale feeding and nursing ground in Southern Chile. *Proceedings of the Royal Society B: Biology Letters* 271:170-73.

Hucke-Gaete, R. 2004. Distribución, preferencia de hábitat y dinámica espacial de la ballena azul en Chile:1997-2004. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile.157 Págs.

Hucke-Gaete, R., J. P. Torres-Florez, F.A. Vididi, S. Cuellar, Y. Montecinos y J. Ruiz. 2006. A new humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) feeding ground in northern Patagonia, Chile: extending summer foraging ranges. *Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional SC/58/SH10 St. Kitts y Nevis*.

IWC. 1998. Report of the Scientific Committee. Annex G. Report of the sub-committee on Comprehensive Assessment of Southern Hemisphere humpback whales. Report of the International Whaling Commission 48: 170-182.

Jaquet, N. y H. Whitehead. 1996. Scale dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific. Marine Ecology Progress Series 153:1-9.

Katona, S., B. Baxter, O. Brazier, S. Kraus, J. Perkins y H. Whitehead. 1979. Identification of humpback whales by fluke photographs. *In*: H.E. Winn & B.L. Olla (eds.). Behavior of Marine Animals, Vol. 4. Plenum Press. pp. 33-34.

Katona, S. y H. Whitehead. 1981. Identifying humpback whales using their natural markings. Polar Records 20: 439-444.

Katona, S. K. y J.A. Beard. 1990. Population size, migrations and feeding aggregations of the Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the Western North Atlantic Ocean. Report International Whaling Commission. Special Issue 12: 295-304 p.

Krebs, C.J. 2000. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Oxford University Press. 753 pp.

Mackintosh, N.A. 1942. The southern stocks of whalebone whale. Discovery Report 22: 197-300.

Mackintosh, N.A. 1965. The stocks of whales. Fishing News (Books) Ltd. London.

Mathews, L.W. 1938. The humpback whale – *Megaptera nodosa*. Discovery Reports, Cambridge, Vol. XVII. Pp. 9-91.

Mikhailiev, Y. A. 1997. Humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Arabian Sea. Mar. Ecology Progress Series 149:13–21.

Mizroch, S. A., J. A. Beard y M. Lynde. 1990. Computer Assisted Photo-Identification of humpback whales. Report International Whaling Commission. Special Issue 12. Pp. 63- 70.

Mizroch, S.A. y S.A.D. Harkness. 2003. A Test of Computer-Assisted Matching using the North Pacific Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Tail Flukes Photograph Collection. Alaska Fisheries Science Center, NMFS, NOAA, Washington.

Montecinos, Y. 2008. Utilización del espacio por parte de la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el golfo Corcovado, sur de Chile. Tesis para optar al título de biólogo marino. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. 102 Págs.

Moraga, R., J. Capella, M.J. Pérez, Y. Vilina y J. Gibbons. 2008. Diversidad de mamíferos marinos en las reservas marinas islas Choros-Damas e isla Chañaral, Chile: 20 años de registros. XII Reunión de trabajo de especialistas en mamíferos marinos de América del sur, 7° Congreso SOLAMAC, Montevideo, Uruguay.

Olavarría, C. 1999. Identidad genética de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*, Borowski 1781) en las aguas adyacentes a la Península Antártica. Tesis para optar al Grado de Licenciado y al Título Profesional de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso. 62 págs.

Olavarría, C., C.S. Baker, L. Medrano, A. Aguayo-Lobo, S. Caballero, L. Flórez-González, J. Capella, H.C. Rosenbaum, C. Garrigue, J. Greaves, J.L. Bannister, M. Jenner y C. Jenner. 2000b. Stock identity of Antarctic Peninsula humpback whales inferred from mtDNA variation. Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional SC/52/IA15, Adelaide, Australia.

Olavarría, C., C. S. Baker, C. Garrigue, M. Poole, N. Hauser, S. Caballero, L. Flórez-González, M. Brasseur, J. Bannister, J. Capella, P. Clapham, R. Dodemont, M. Donoghue, C. Jenner, M.N. Jenner, D. Moro, M. Oremus, D. Paton, H. Rosenbaum y K. Russell. 2007. Population structure of humpback whales throughout the South Pacific and the origin of the eastern Polynesian breeding grounds. *Marine Ecology Progress Series* 330: 257-268.

Omura, H. 1953. Biological study on humpback whales in the Antarctic Whaling areas IV and V. *Scientific Report of Whales Research Institute* 8: 81-102.

Papastavrou, V. y K. Van Waerebeek. 1998. A Note on the Occurrence of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Tropical and Subtropical Areas: The Upwelling Link. Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional SC/48/0 39.

Rasmussen, K., D. M. Palacios, J. Calambokidis, M.T. Saborío, L. Dalla Rosa, E. R. Secchi, G. H. Steiger, J. M. Allen y G. S. Stone 2007. Southern Hemisphere humpback whales wintering off Central America: insights from water temperature into the longest mammalian migration. *Biology Letters* 3: 302-305.

Rendell, L.E., H. Whitehead y R. Escribano. 2004. Sperm whale habitat use and foraging success off northern Chile: evidence of ecological links between coastal and pelagic systems. *Marine Ecology Progress Series*. 275: 289–295.

Rice, D.W. 1998. Marine mammals of the world. Systematics and Distribution. Special Publication N°4. the Society for Marine Mammalogy, Allen Press Inc., Lawrence, Kansas. v-ix 231 pp.

Rosenbaum, H.C., P.J. Clapham, J. Allen, M. Nicole-Jenner, C. Jenner, L. Flórez-González, J. Urbán, P. Ladrón de Guevara, K. Mori, M. Yamaguchi y C.S. Baker. 1995. Geographic variation in ventral fluke pigmentation of humpback whale *Megaptera novaeangliae* population worldwide. *Marine Ecology Progress Series*, 124: 1-7.

Silva, N., H. Sievers y R. Prado. 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41°20'S y 46°40'S. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 30: 207-254.

Silva, N., C. Calvete & H. A. Sievers. 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar-Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar*. 20: 23-106.

Silva, N., C. Calvete y H. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar* 21: 17-48.

Stevick, P., J. Allen, M. Bérube, P.J. Clapham, S. Katona, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, P.J. Palsbøll, J. Robbins, J. Sigurjónsson, T. Smith, N. Oien y P.S. Hammond. 2003. Segregation of migration by feeding ground origin in North Atlantic humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of Zoology London* 259: 231-237.

Stevick, P., A. Aguayo-Lobo, J. Allen, I.C. Avila, J. Capella, C. Castro, K. Chater, L. Dalla Rosa, M.H. Engel, F. Félix, L. Flórez-González, A. Freitas, B. Haase, M. Llano, L. Lodi, E. Muñoz, C. Olavarría, E. Secchi, M. Scheidat y S. Siciliano. 2004. Migrations of individually identified humpback whales between the Antarctic Peninsula and South America. *Journal of Cetacean Research and Management* 6(2): 109-113.

Stone, G., L. Flórez-González y S. Katona. 1990. Whale migration record. *Nature* 346 (6286): 705.

Tomilin, A.G. 1967. *Megaptera nodosa*. Pp:246-295. En *Cetacea*. Vol. IX. Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. Academy of Science of the USSR. Moscow. Translated from Russian Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem. 717 pp.

Townsend, C. H. 1935. The distribution of certain whales as shown by logbook records of American whaleships. *Zoologica* (N.Y.)19 (1):1-50.

Valdenegro, A. y N. Silva. 2003. Caracterización física y química de la zona de canales y fiordos australes de Chile entre el estrecho de Magallanes y el cabo de Hornos (CIMAR 3 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar*. 26(2):19-60.

Vang, L. 2002. Distribution, abundance and biology of Group V Humpback whales *Megaptera novaeangliae*: A review. Conservation Management Report. Queensland Government, Australia. 19 pp.

Waite, J.M., M-E- Dahlheim, R.C. Hobbs y S.A. Mizroch. 1999. Evidence of a feeding aggregation of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) around Kodiak Island, Alaska. *Marine Mammal Science* 15 (1): 210-220.

### ANEXO 1: Descripción de la especie y caza comercial.

La ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, (Borowski, 1781) es un mamífero marino perteneciente al Orden Cetácea, Suborden Mysticeti, Familia Balaenopteridae y es la única especie del Género *Megaptera* (Clapham y Mead 1999). Su nombre científico proviene del latín *mega* y *ptera*, que significan alas grandes; mientras que *nova* y *angliae* se refieren a nueva Inglaterra; destacando así las enormes aletas pectorales que caracterizan a esta especie (Figura 21) y al origen del ejemplar utilizado por Borowski al describirla (Rice 1998).

Posee un cuerpo robusto, comparado al de otros Balaenoptéridos, su cabeza es voluminosa y corresponde a un tercio de la longitud total del cuerpo. Sobre la línea media de la cabeza y en las zonas laterales de las mandíbulas presenta protuberancias dispuestas en línea (Tomilin 1967; Clapham y Mead 1999).

Sus aletas pectorales alcanzan una tercera a una cuarta parte de la longitud total corporal, y el borde anterior de estas aletas es irregular con alrededor de 9 a 10 protuberancias (Tomilin 1967; Clapham y Mead 1999; Clapham 2000; Vang 2002). La aleta dorsal es relativamente baja no mayor a los 30 cm, se encuentra ubicada en el tercio posterior del cuerpo usualmente sobre una joroba que se hace más evidente cuando la ballena se arquea antes de la inmersión y de la cual deriva su nombre vernacular. La aleta dorsal varía en forma desde una cresta triangular hasta una aleta más definida y falcada (Tomilin 1967; Clapham 2000; Vang 2002). Su aleta caudal tiene una gran envergadura, alcanzando un tercio de la longitud corporal, con ambos lóbulos caudales simétricos. El margen posterior habitualmente es aserrado, presentando una muesca central o

escotadura que generalmente tiene forma de “v” abierta, de coloración dorsal negra mientras que en la zona ventral puede variar desde blanco hasta totalmente negra presentando marcas y cicatrices particulares las cuales se utilizan como marcas naturales para la identificación individual (Tomilin 1967; Katona *et al.* 1979; Katona y Whitehead 1981; Clapham y Mead 1999, Mizroch *et al.* 2003).

La coloración de esta especie es negra o gris oscura en el dorso, con extensiones variables de blanco en el vientre, aletas pectorales y aleta caudal. La longitud promedio de las hembras es entre 13,9 – 15,5 m y la de los machos es entre 13,0 – 14,8 m, siendo las hembras más grandes que los machos, como en la mayoría de los Mysticetos (Chittleborough 1965; Clapham 2000). La longitud promedio y máxima de los ejemplares de *Megaptera novaeangliae* en el hemisferio sur es mayor que la de los ejemplares del Hemisferio Norte (Clapham 2000). El peso promedio de esta especie es de 50 toneladas (Chittleborough 1965; Clapham y Mead 1999).

La madurez sexual en el hemisferio sur la alcanza generalmente entre los 4 y 6 años de edad, a una longitud promedio de 11,6 – 12,5 m en las hembras y 11,1 – 12,0 m en los machos (Matthews 1937; Omura 1953; Chittleborough 1965). El periodo de gestación se prolonga por 10 a 12 meses (Chittleborough 1965), produciendo una cría cada 2 años, aunque algunas hembras producen una cría anualmente (Chittleborough 1965, Clapham y Mayo 1987). Las crías recién nacidas miden de 4 a 5 m de longitud, la lactancia dura de 6 a 11 meses y la cría mide de 8 a 10 m al destete (Tomilin 1967; Clapham y Mayo 1987; Clapham *et al.* 1999).

La ballena jorobada puede presentar epibiontes en los bordes de las aletas pectorales, dorsal y caudal, así como en la cabeza del animal. En la piel pueden crecer algas microscópicas, como diatomeas, que forman manchas de tonos amarillentos, anaranjados y cafés habitualmente evidentes en los parches de coloración blanca (Mackintosh 1942; Tomilin 1967).

La alimentación de *Megaptera novaeangliae* se compone en general de Crustáceos Eufáusidos (krill) y de Peces (Géneros: *Clupea*, *Scomber*, *Ammodytes*, *Engraulis*) que forman cardúmenes (Clapham y Mead 1999; Clapham 2000). Tomilin (1967) señaló que la alimentación de esta especie es dependiente de la zona geográfica, en aguas Antárticas la presa principal es el krill (*Euphausia superba*), mientras que para las aguas Magallánicas Gibbons *et al.* (2003) señalan que las especies consumidas por las ballenas jorobadas corresponden al langostino de los canales (*Munida subrugosa*), sardinas (*Sprattus fueguensis*) y krill (*Euphausia sp.*). La modalidad de cómo capturan el alimento las ballenas jorobadas ha sido solamente descrita para las poblaciones del Hemisferio norte y Pacífico nororiental, con una variedad de comportamientos. La mayoría de los animales emplean dos modalidades generales. La primera está asociada con la formación de burbujas y la segunda asociada a la embestida sin formación de burbujas (Acevedo *et al.* 2008).



**Figura 21:** Ilustración de la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Figura facilitada por Jorge Ruiz Troemel).

La ballena jorobada por sus hábitos costeros durante la migración, fue fuertemente explotada por la industria ballenera durante el siglo XIX y principios del siglo XX, diezmando severamente las poblaciones a nivel mundial (Findlay 2001).

El tamaño poblacional pre-explotación para la ballena jorobada en el hemisferio sur, fue estimado en 90.000-100.000 individuos (Chapman 1974). Según Mackintosh (1942) en el año 1930 la población de ballenas jorobadas en el hemisferio sur fluctuaba entre 22.000 y 34.000 individuos, lo que correspondía al 10% del total de abundancia de todas las especies de ballenas de barbas.

En Chile hay una larga historia de explotación de cetáceos, la que fue practicada primero en forma artesanal por los primitivos habitantes del extenso litoral y luego, con la llegada de los balleneros del hemisferio norte a aguas chilenas, a fines del siglo XVIII, se inicia la captura en forma comercial y en gran escala (Aguayo-Lobo *et al.* 1998a).

Esta especie constituyó el cuarto recurso ballenero de cetáceos de barbas (3,5% del total de Mysticetos comerciales) en aguas de Chile continental entre los años 1929 y 1983, y el tercer recurso ballenero (8,46%) en las aguas del territorio Antártico Chileno, entre los años 1911 y 1929. Sin embargo, durante el siglo XIX su explotación fue mucho mayor (22% del total de los Mysticetos comerciales), como consecuencia de la intensa presión de capturas ejercida por las expediciones balleneras extranjeras (Aguayo-Lobo 1974; Aguayo-Lobo *et al.* 1998a).

La explotación más importante de ballena jorobada habría ocurrido en aguas adyacentes a la Antártica por barcos que operaban pelágicamente (Mackintosh 1965; Findlay 2001). De acuerdo

a datos de estadísticas de capturas comerciales de la Comisión Ballenera Internacional (CBI), en la Antártica se habría cazado un total de 49.788 individuos de los cuales el 17,8% fueron capturados en las aguas adyacentes a las islas Shetland del sur entre los años 1909/1910 a 1946/1947 (Tomilin 1967).

Dada la importante reducción poblacional de esta especie a nivel mundial, se estableció la prohibición de captura, la cual pasó por varios episodios en sus diferentes áreas de distribución. Recién en 1963 la CBI suspendió la captura comercial de ballenas jorobadas en el Hemisferio Sur. A pesar de la protección internacional, en Chile existen registros de captura de ballena jorobada hasta el año 1969 (Aguayo-Lobo *et al.* 1998a).

Debido a la severa explotación a la que fue sometida esta especie, la categoría de conservación en el país para la ballena jorobada debiera ser “Vulnerable” de acuerdo a lo señalado por Aguayo-Lobo *et al.* (1998a). Actualmente el estado de conservación para toda su área de distribución mundial es “Vulnerable” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

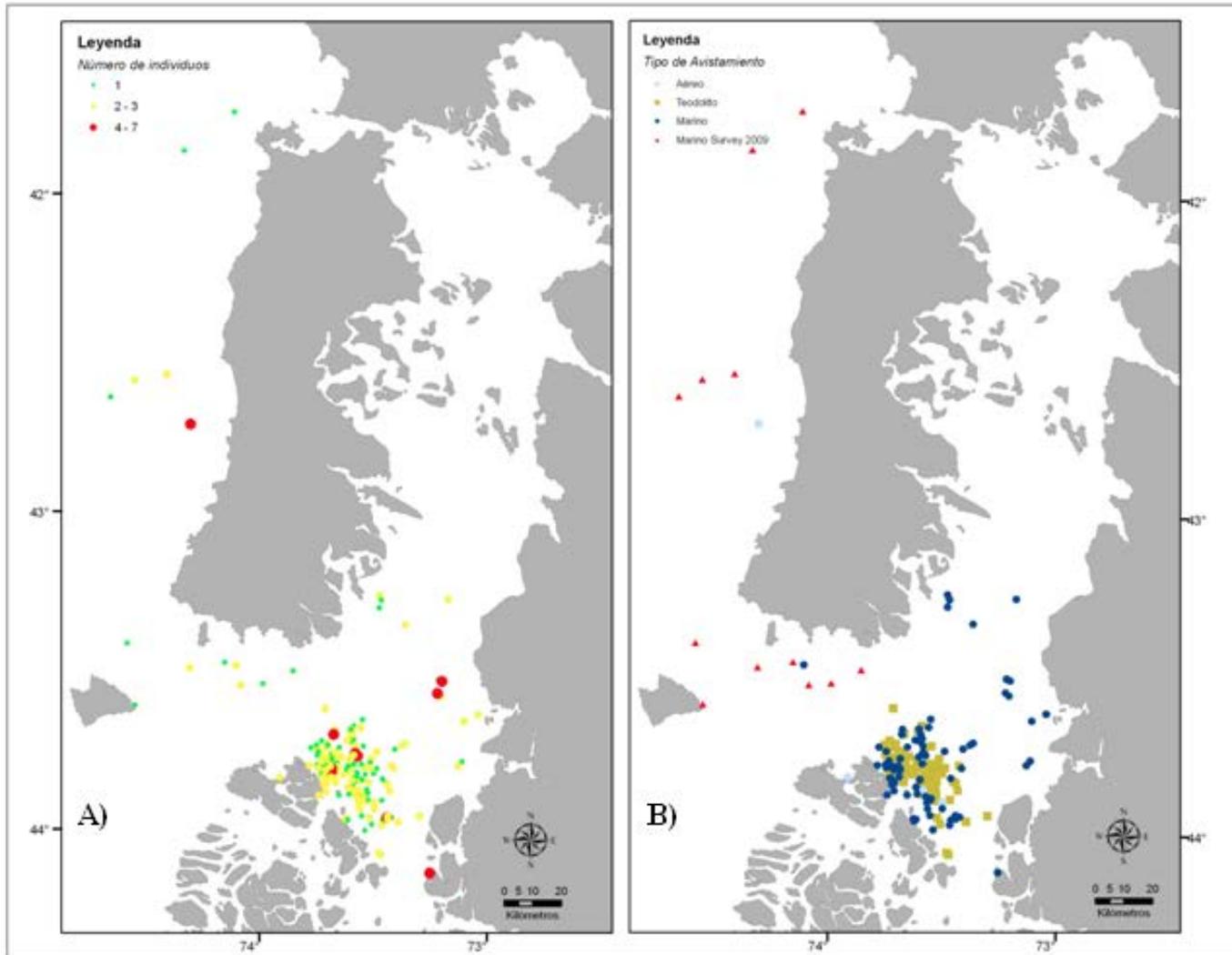
**ANEXO 2:** Términos utilizados.

**Población:** Grupo de individuos de la misma especie que vive en un mismo lugar. Aunque algunas veces es difícil definir los límites físicos de una población, los individuos que integran una población tienen la potencialidad reproducirse entre ellos, a lo largo de sus vidas (Gotelli 1998).

**Stock:** El término *Stock* fue inicialmente utilizado en relación con temas de pesquería; con éste se denomina a los individuos de una especie que ocupan un área espacial bien definida. Posteriormente este término ha sido aplicado para recursos que no son actualmente explotados por el ser humano, como es el caso de las ballenas jorobadas. Se define *Stock* como el conjunto de individuos temporal y/o espacialmente separados del resto de conjuntos de una misma población, que ocupa sitios diferentes en regiones de alimentación y puede o no tener intercambios de sus individuos con otros *stocks* de la misma población. Se puede decir que el grupo de individuos de una especie que ocupa un área espacial bien definida, independiente de otros de la misma especie es un *Stock*. En estos puede darse una distribución al azar y puede haber migraciones dirigidas por actividades estacionales reproductivas o alimenticias.

**Agregación:** los términos de “agregaciones reproductivas” y “agregaciones alimentarias” son utilizados en un estudio que trata de caracterizar biológica y genéticamente dichas agregaciones de los *Stocks* de una población. Ayuda en esta caracterización la utilización de marcadores moleculares mitocondriales y nucleares de muestras de ADN (com. pers. Carlos Olavarría).

ANEXO 3: Mapa geográfico de los avistamientos de ballena jorobada en el zona del golfo Corcovado. A: Mapa con el número de individuos avistados. B: Mapa con el tipo avistamiento.



**ANEXO 4:** Ejemplo de planilla Excel, con los datos de las fotografías de ballena jorobada que conforman la base de datos de zona del golfo Corcovado.

<b>Fotografía #</b>	<b>Codigo#</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Lat</b>	<b>Long</b>	<b>Dorsal Izq</b>	<b>Dorsal Der</b>	<b>Calidad Fotografía</b>	<b>Patrón Coloracion</b>	<b>Biopsia</b>	<b>Camara</b>	<b>Sexo</b>	<b>Obs.</b>
<u>BM03bCH-0004</u>	MN CH 001		21-Feb-03	08:36				*	2	1		Nikon	♀	
<u>BM03bCH-0006</u>	MN CH 001		21-Feb-03	08:37				*	2			Nikon	♀	
<u>BM03bCH-0005</u>	MN CH 002		21-Feb-03	08:37				*	2	5		Nikon		Cria de MN CH 001
<u>BM04aCH-0125</u>	MN CH 003	XF	08-Mar-04	19:59					1			Nikon		
<u>DSC_0154</u>	MN CH 003	XF	16-Feb-07	15:00			*	*	1	1		Nikon		
<u>MN050217c_039</u>	MN CH 004		17-Feb-05	13:21					2			Canon		
<u>MN050217c_119</u>	MN CH 004		17-Feb-05	14:01					2			Canon		
<u>MN050217n_014</u>	MN CH 004		17-Feb-05	15:55					2			Nikon		
<u>MN050217n_015</u>	MN CH 004		17-Feb-05	15:55			*	*	1	4		Nikon		
<u>DSC_5601</u>	MN CH 004		10-Mar-06	19:29					2			Nikon		Solo para recaptura.
<u>MN050217n_026</u>	MN CH 005		17-Feb-05	13:11					2	5		Canon		
<u>MN050217n_025</u>	MN CH 005		17-Feb-05	16:02					2			Nikon		